

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Правительство Вологодской области

Вологодский государственный университет  
Северо-Западный институт (филиал) университета им. О.Е. Кутафина (МГЮА)  
Вологодский институт права и экономики ФСИН России  
Вологодский научный центр Российской академии наук

# **Молодые исследователи – регионам**

**Материалы Международной научной конференции  
(Вологда, 13–23 апреля 2020 г.)**

**Том I**

Вологда  
2020

УДК 001  
ББК 72  
М75

Утверждено экспертным советом по научной литературе ВоГУ

Редакционная коллегия:

В. Н. Маковеев (главный редактор), В. А. Раков, А. Н. Алюнов,  
А. М. Полянский, О. Б. Голубев, С. К. Корнейчук, О. Ю. Штрекерт,  
А. А. Шорин, С. А. Мясникова, Л. В. Анисимова, И. К. Белоярская,  
Н. М. Дементьев, И. С. Казакова, А. А. Сеницын, С. В. Колобова, А. В. Белый,  
Н. К. Максимова, С. М. Хамитова, Л. М. Воропай, М. А. Назарова,  
Е. В. Кармазина, Е. Н. Соколова, О. В. Баженова

М75 **Молодые исследователи – регионам** : материалы Международной научной конференции (Вологда, 13–23 апреля 2020 г.) : в 3 т. / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Правительство Вологодской области, Вологодский государственный университет, Северо-Западный институт (филиал) Университета им. О. Е. Кутафина (МГЮА) [и др.] ; [главный редактор В. Н. Маковеев]. – Вологда : ВоГУ, 2020. – Т. 1. – 632 с. : ил.

ISBN 978-5-87851-900-7

ISBN 978-5-87851-901-4 (т.1)

В сборнике приведены тезисы докладов по проблемам машиностроения, электроэнергетики и электротехники, информационных технологий, физики и астрономии, дорожного хозяйства, строительства, архитектуры, реставрации, экологии, химии окружающей среды, географии и туризма, представленных на конференции «Молодые исследователи – регионам». Содержание материалов сборника отражает результаты научно-исследовательской работы студентов, аспирантов и молодых ученых Вологодской области и других регионов Российской Федерации, а также Республики Беларусь, Казахстана, Германии, Чехии и Таджикистана.

УДК 001  
ББК 72

ISBN 978-5-87851-901-4 (т.1)  
ISBN 978-5-87851-900-7

© ФГБОУ ВО «Вологодский  
государственный университет, 2020

### *Уважаемые молодые исследователи!*

Одним из основных факторов формирования и развития инновационной экономики является интеллектуальный потенциал молодежи. От того, насколько этот потенциал будет реализован, зависит будущее социально-экономического и технологического развития страны. В этой связи особую актуальность приобретает задача высшего профессионального образования, направленная на выявление и поддержку талантливой молодежи, создание условий для реализации лучших ее инициатив и идей.

Для достижения этой задачи в Вологде по инициативе Вологодского государственного университета ежегодно проходит молодежный научный форум «Молодые исследователи – регионам», который на сегодняшний день является одним из наиболее масштабных публичных научных молодежных мероприятий города.

Форум выступает площадкой для представления и обсуждения результатов научных исследований, презентации оригинальных идей и проектов, демонстрации результатов исследований и разработок, площадкой, на которой сотни молодых людей – представителей молодежного научного сообщества – проходят испытание научной состоятельности, учатся отстаивать свою позицию в дискуссиях, знакомятся с коллегами и открывают для себя новые горизонты. Такая концентрация новых идей, разработок, предложений является знаковым событием в социально-экономической жизни нашего региона и содействует развитию молодежного предпринимательства на основе инноваций.

Настоящий сборник материалов отражает результаты научных трудов, исследований и разработок студентов, аспирантов и молодых ученых по актуальным проблемам фундаментальных и прикладных наук, представленных на Международной научной конференции «Молодые исследователи – регионам» – основном научном мероприятии форума.

За 20 лет проведения конференции ее участниками стали уже более 10 тыс. молодых исследователей, результаты научной деятельности которых опубликованы в 20 выпусках сборников научных материалов. В этом году в работе 36 секций конференции приняли участие более 900 молодых исследователей вузов России, Белоруссии, Казахстана, Таджикистана, Германии и Чехии. Международный состав участников конференции способствует дальнейшему углублению интеграционных процессов в сфере образования и науки, особенно со странами-участниками СНГ.

Надеюсь, что результаты научно-исследовательской деятельности участников форума, опубликованные в этом сборнике, продемонстрируют высокий интеллектуальный потенциал молодежи, вызовут интерес в научных и деловых кругах, внесут весомый вклад в социально-экономическое развитие территорий и повышение качества и уровня жизни населения, а также будут реализованы на практике в виде новых интересных инновационных проектов.

*Председатель Программного комитета,  
начальник научно-организационного отдела  
Вологодского государственного университета  
кандидат экономических наук **В.Н. Маковеев***

## МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ АТС И РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДИКИ

*В.А. Галочкин*

*А.В. Востров, научный руководитель, ст. преподаватель  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Регистрация интенсивности дорожного движения проводится в различные периоды суток. Подсчет проводится сотрудниками, находящимися на посту, осуществляющими сбор показателей дорожного движения путем визуального наблюдения за движением транспортных средств. Один сотрудник не может фиксировать более 300 АТС/час в одном направлении [1]: на каждое направление движения транспортных средств назначается наблюдатель, продолжительность работы которого на стационарном посту учета не должна превышать двух часов.

Мы предлагаем следующую методику: устанавливаем видеокамеру или берем с открытых источников видеозапись, чтобы были видны все направления движения транспортных потоков. Полученную информацию обрабатываем вручную, фиксируем количество пройденных АТС на перекрестке во всех направлениях. Сотрудник во время возникающих трудностей при подсчете АТС может перепроверить полученную информацию. Применение методики опробовано на перекрестке улиц Конева и Можайского в Вологде в период с 7:00 до 8:15, 2 и 4 декабря 2019 года.

Проведенное нами обследование на стационарных постах с применением видеофиксации с последующим разбором позволило фиксировать до 1500 АТС/час, что не является пределом данной методики. С помощью видеофиксации можно с высокой точностью обследовать транспортные потоки с интенсивностью более 2500–3000 АТС/час. Объектом исследования является изучение транспортных потоков на перекрестке улиц Конева и Можайского в Вологде посредством описанной выше методики. На период обследования транспортного потока, время работы цикла светофора составляет 120 секунд, исходя из этого расчет транспортных потоков проводился для каждого цикла работы светофора. Замеры проводились натурным образом с использованием средств видеофиксации.

В 2019 году проведена исследовательская работа компанией ООО «Дорнадзор» – «Разработка транспортной модели муниципального образования в городе Вологде», в т.ч. на перекрестке ул. Маршала Конева – ул. Можайского [2]. Из сравнения интенсивности движения транспортных потоков 14.05.2019 в утренний час пик с 7:00 до 8:00 исследовательской работы компании ООО «Дорнадзор» и нашими замерами интенсивности движения транспортных потоков 02.12.2019 с 7:00 до 8:00 (табл.), мы видим, что количество

транспортных средств, пересекающих перекресток в подсчетах меньше у компании ООО «Дорнадзор», но отличия в количестве незначительное.

Таблица

	Результаты обследования ООО «Дорнадзор», лето 2019	Результаты обследования ВоГУ, зима 2019	Разница, %
От ул. Рабочая,	993	1023	+ 3,02
в т.ч. Налево	356	349	- 1,97
Прямо	485	517	+ 6,6
Направо	152	157	+ 3,29
От ул. Космонавта Беляева,	1204	1258	+ 4,49
в т.ч. Налево	121	88	- 27,27
Прямо	1077	1166	+ 8,26
Направо	6	4	- 33,33
От ул. Береговая,	594	652	+ 9,76
в т.ч. Налево	232	289	+ 24,57
Прямо	199	202	+ 1,51
Направо	163	161	- 1,23
От ул. Текстильщиков,	864	897	+ 3,82
в т.ч. Налево	29	27	- 6,90
Прямо	261	256	- 1,92
Направо	574	614	+ 6,97

В ходе выполнения исследования были получены данные транспортных потоков на перекрестке улиц Конева–Можайского для утреннего часа пик. Результаты проведенного натурального обследования очень хорошо согласуются с данными обследования, проведенными компанией «Дорнадзор» в рамках выполнения КСОДД для г. Вологды. Предлагаемая методика проведения обследования путем видеофиксации с последующей обработкой позволяет с точностью до 100 % обрабатывать практически неограниченные транспортные потоки.

1. Приказ Минтранса Российской Федерации от 18.04.2019 № 114 «Об утверждении Порядка мониторинга дорожного движения». Зарегистрирован 18.06.2019 года № 54951) / Министерство юстиции Российской Федерации – URL: <https://minjust.consultant.ru/documents/43130?items=1&page=5> (дата обращения: 5.01.2020) – Текст: электронный.

2. Постановление Администрации города Вологды от 30 октября 2019 года № 1533 «Об утверждении Комплексной схемы организации дорожного движения на улично-дорожной сети муниципального образования «Город Вологда» / Официальный сайт администрации города Вологды – URL [https://vologda-portal.ru/oficialnaya\\_vologda/?SECTION\\_ID=173&ID=421551](https://vologda-portal.ru/oficialnaya_vologda/?SECTION_ID=173&ID=421551) (дата обращения: 5.01.2020) – Текст: электронный.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОЙ КАБИНЫ ДЛЯ ГРУЗОПОДЪЕМНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

*Д.М. Гольбрайх*

*А.С. Степанов, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

На предприятии, занимающимся производством грузоподъемного оборудования, поставлена задача о проектировании универсальной крановой кабины. В конструкции будут использоваться современные материалы, методы конструирования каркаса и дальнейшей его обшивки. Также отметим применение современных электронных технических систем и удобство расположения органов управления.

Цель работы: создание новой продукции с более высокими потребительскими свойствами и технологическими достижениями.

Актуальность темы:

1. Повышение производительности труда и снижение себестоимости при производстве кабины.

2. Снижение габаритов и массы готовой кабины.

3. Повышение условий труда для потребителей.

Для начала работы над проектом необходимо провести анализ существующих конструкций кабин, изготавливаемых на данном предприятии.

В ходе анализа было выяснено, что каркас кабины и промежуточная входная площадка выполнены из уголка (сталь 09Г2С), на калитке установлен датчик отключения крана при ее открытом положении. Внешняя обшивка кабины выполняется из листа Ст3 толщиной 4 мм. Внутренняя обшивка состоит из утеплителя и деревянных панелей. Пол кабины состоит из утеплителя и фанеры, накрытой сверху автолином. Стекла установлены через резиновый профиль. Имеется две форточки: одна в районе лобового стекла, вторая под ногами у крановщика. На стеклах стоят решетки, выполненные по стандарту для обеспечения безопасности. Вентиляция кабины осуществляется за счет кондиционера, обогрев – за счет теплонагревателя. Масса кабины приблизительно 1,25 т.

При проектировании новой кабины предполагается:

1. Выполнить каркас кабины и площадки из труб квадратного сечения 40×40×4 из стали 09Г2С. Это позволит усилить конструкцию, выполнить сам каркас в виде отдельных рам, сваренных после друг с другом, обеспечив технологичность и быстроту сборки.

2. Все стекла сделать клееными. На лобовой части предусмотреть встроенную блок-форточку.

3. Внешнюю обшивку выполнить из сэндвич-панелей толщиной 50 мм. Таким образом, мы сможем обеспечить и внешнюю сторону кабины (металл), и внутреннюю (пластик), и будет присутствовать утеплитель.

4. На пол кабины положить утеплитель и алюминиевый лист.

5. Вентиляцию кабины и ее обогрев обеспечить за счет применения сплит-системы.

Таким образом, в ходе дальнейшей работы над проектом необходимо будет более подробно изучить все нормативные документы [1, 2], выполнить предварительное построение рамного каркаса и провести его прочностной расчет, выполнить расчет вентиляции и теплопотерь, поиск необходимых комплектующих и проанализировать их себестоимость.

1. ГОСТ 33173.5-2014 Краны грузоподъемные. Кабины. Часть 5. Краны мостовые и козловые (с Поправками). – Москва : Стандартинформ, 2015.

2. ГОСТ 12.2.011 Система стандартов безопасности труда. Машины строительные, дорожные и землеройные. Общие требования безопасности. – Москва : Стандартинформ, 2014.

## **АНАЛИЗ МЕТОДИКИ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ПЕРЕКРЕСТКАХ**

*В.А. Губин*

*А.В. Востров, научный руководитель, ст. преподаватель  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Организация движения на перекрестках является важной составляющей организации транспортного движения в целом. Постоянно растущий трафик движения и увеличение количества участников движения требуют больших инвестиций для разрешения сложившейся ситуации путем строительства новых дорожных развязок либо улиц-дублеров. Однако самым доступным из существующих методов улучшения организации движения остается возможность внесения изменений в работу светофорных комплексов, их переоборудование, изменение продолжительности фазы их работы.

Разработка режимов работы светофоров на данный момент производится в соответствии с Методическими рекомендациями «Федерального дорожного агентства «РОСАВТОДОР» [1]. Расчет выполнен на количество автомобилей, пересекающих контрольное сечение.

В Отчете о научно-исследовательской работе [2], проведенном ООО «Дорнадзор» в 2019 году, имеются расчеты интенсивности движения на наиболее загруженных участках. Расчеты на пересечении ул. Маршала Конева

– ул. Можайского производились 14 мая 2019 года (пятница) в утреннее время в период с 7:00 до 8:00. Суммарное количество транспортных средств составило 3655. После проведенного сравнения полученные результаты указывают, что различия между расчетами количества транспортных средств, пересекающих перекресток, в отчете ООО «Дорнадзор», и нашими почти совпадают: различие минимально и составляет 4,79 % (табл. 1)

Таблица 1

### Общее сравнение полученных результатов исследований

Направление расположения светофора	Количество транспортных средств	Результаты обследования ООО «Дорнадзор» 14.05.2019	Полученные мною результаты обследования 04.12.2019	Разница, %
От ул. Рабочая		993	1023	+ 3,02
От ул. Космонавта Беляева		1204	1258	+ 4,49
От ул. Береговая		594	652	+ 9,76
От ул. Текстильщиков		864	897	+ 3,82
ИТОГО		3655	3830	+ 4,79

Продолжительность цикла светофора на данном пересечении составляет 120 секунд. На данный момент в период каждого цикла работы светофора по ул. Маршала Конева с направления Дворца спорта разрешающий сигнал светофора горит на протяжении 42 сек. Существует затор за перекрестком по ул. Маршала Конева в направлении центра, в обратном направлении он практически отсутствует (лишь незначительное количество транспортных средств, подъезжающих к перекрестку на запрещающий сигнал светофора для поворота налево). Убедиться в этом может любой прохожий или автолюбитель.

После произведенных расчетов компанией ООО «Дорнадзор» предлагается сделать продолжительность зеленого сигнала 33 секунды (табл. 2).

Таблица 2

### Сравнение продолжительности тактов светофора

Цикл светофора, сек.	От ул. Рабочая		От ул. Космонавта Беляева		От ул. Береговая		От ул. Текстильщиков	
	«Дорнадзор»	Сейчас	«Дорнадзор»	Сейчас	«Дорнадзор»	Сейчас	«Дорнадзор»	Сейчас
Зеленый	32	58	33	42	18	31	17	20
Желтый	3	3	3	3	3	3	3	3
Красный	85	59	84	75	99	86	100	97
Доп. направо	18	95	33	58	18	41	59	82
Доп. налево	32	58	33	22	18	31	17	20

Соответственно, такая продолжительность работы разрешающего сигнала сократится на 9 секунд.

Основным недостатком в данном методе расчета является то, что учитывается количество автомобилей, пересекающих перекресток, а не находящихся в заторах перед ним. Причина неэффективности методики [1] в данных условиях в том, что расчет времени разрешающей фазы зависит от числа транспортных средств, прошедших контрольное сечение, а в условиях возникновения заторов это число сокращается, не соответствуя потребностям в пропускной способности светофоров. Не подвергается сомнению возможность применения методики [1] во время отсутствия заторов.

1. ОДМ 218.6.003-2011. Методические рекомендации по проектированию светофорных объектов на автомобильных дорогах: введен впервые: введен 27.02.2013 г./ Федеральное дорожное агентство «РОСАВТОДОР», 2013 – 69 с.

2. Постановление Администрации города Вологды от 30 октября 2019 года № 1533 «Об утверждении Комплексной схемы организации дорожного движения на улично-дорожной сети муниципального образования «Город Вологда» / Официальный сайт администрации города Вологды – URL [https://vologda-portal.ru/oficialnaya\\_vologda/?SECTION\\_ID=173&ID=421551](https://vologda-portal.ru/oficialnaya_vologda/?SECTION_ID=173&ID=421551) (дата обращения: 5.01.2020) – Текст: электронный.

## УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ОЧИСТКЕ ИЗДЕЛИЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ

*В.Д. Жарова*

*В.Ф. Булавин, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Одной из технологических операций в машиностроении на этапе подготовки деталей перед проверкой на наличие повреждений и нанесением покрытия является их предварительная очистка. Для очистки в настоящее время используются следующие способы: механический, физико-химический и термический методы. Их недостаток связан с низкой производительностью и невозможностью (за редким исключением) удаления загрязнения с внутренних поверхностей деталей. На сегодняшний день при очистке внешних поверхностей и внутренних полостей деталей машин находит применение ультразвуковой метод.

Цель статьи состоит в том, чтобы информировать об итогах проектирования вспомогательного оборудования на эффекте ультразвукового воздействия для машиностроительных предприятий.

Актуальность работы связана как с потребностью предприятий в обеспечении данным видом технологического оборудования, так и с программой импортозамещения в РФ.

Ультразвуковая очистка (частота 20–60 кГц) – способ, основанный на использовании нелинейных эффектов, возникающих в жидкости под действием ультразвуковых колебаний. [1]. Сущность этого процесса заключается в том, что под воздействием на жидкость ультразвука возникает *кавитация* – образование и «взрыв» множества микроскопических пузырьков. Кавитация слышна как шипящий шум, возникающий в жидкости при определенном значении интенсивности ультразвукового поля. При «взрыве» пузырька на поверхности какого-либо изделия, погруженного в раствор, происходит выделение на микроуровне энергии, что приводит к интенсивному отделению с поверхности различных загрязнений. Данная технология позволяет добиться высокой степени очистки и реализуется с помощью ультразвуковых ванн с вмонтированными либо с погружными излучателями.

Эффективность ультразвуковой очистки зависит от выбора многих параметров: свойств моющей жидкости, характера загрязнения, конфигурации деталей. Примеры деталей со сложной конфигурацией наружных поверхностей, с отверстиями и полостями внутри; тела вращения различных габаритов представлены на рисунке 1.

Исходя из вида загрязнений и их интенсивности согласно справочным данным [2] определены параметры ультразвукового генератора. Установка по очистке деталей представлена на рисунке 2. В конструкцию спроектированного моющего оборудования входит: емкость с корзиной, крышка, корпус и основание, выполненные из нержавеющей материала, а также предусмотрен сливной кран для удаления моющего раствора. Оборудование комплектуется следующими основными узлами: ВЧ-генератор, два излучателя, гибкий ТЭН и контроллер управления режимами процесса.



Рис. 1. Формы очищаемых деталей

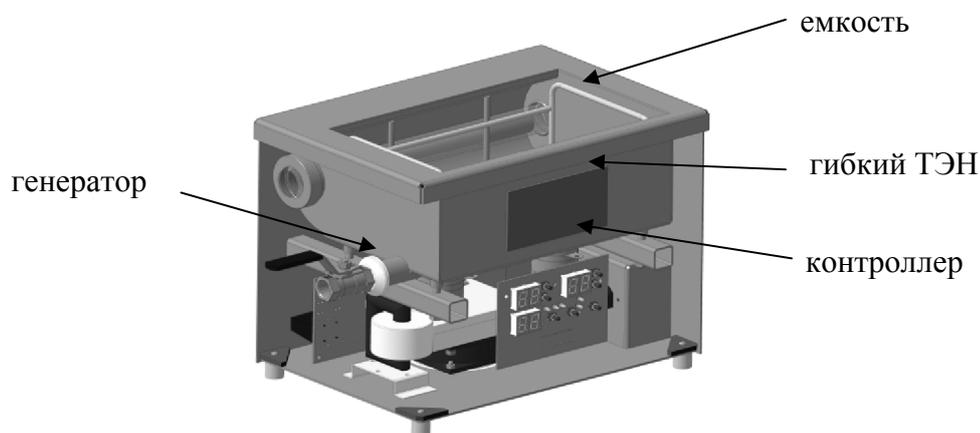


Рис. 2. Установка для очистки деталей ультразвуком

Емкость изготавливается сварной с обеспечением герметичности. Высокочастотный генератор преобразует частоту сети в соответствующую частоту ультразвукового прибора и подается на излучатели. С помощью контроллера можно задавать различные режимы очистки. Примерный расход электроэнергии при использовании данного способа составит 1,25 (кВт ч /смену) при условии, что мощность установки будет равна 250 Вт. Обслуживание и эксплуатация оборудования требуют соблюдения санитарных и экологических норм.

Автоматизация подготовительных технологических операций приводит к росту производительности труда, повышению эффективности производства и снижению доли ручного труда. Одновременно это позволяет улучшить качество выпускаемой продукции и обеспечивает преодоление технологического отставания в области машиностроения.

1. Шутилов, В. А. Основы физики ультразвука [Текст] / В. А. Шутилов. – Ленинград : Изд-во Ленинградского университета, 1980. – 280 с.

2. Хмелев, В. Н. Ультразвуковые многофункциональные и специализированные аппараты для интенсификации технологических процессов в промышленности / В. Н. Хмелев [и др.]. – Барнаул : АлтГТУ, 2007. – 416 с.

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА СУХОГО ОБЕЗЖИРЕННОГО МОЛОКА**

*Н.Э. Жирохова*

*В.Н. Колпаков, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Производство молочных консервов в России является одной из важных и перспективных отраслей молочной промышленности. Сухое обезжиренное молоко (СОМ) используют для выработки восстановленного молока, мороженого, продуктов детского питания. Основные направления развития молочной промышленности: увеличение выпуска сухих продуктов, в том числе увеличение сухих продуктов повышенной растворимости и повышенном сроком хранения [1]. Поэтому актуальной задачей является техническое переоснащение существующих производств.

Научная новизна исследования заключается в обосновании оптимальной технологии производства СОМ, исходя из анализа теоретических и экспериментальных исследований влияния разных факторов на показатели качества выпускаемой продукции.

Целью исследования является совершенствование технологии производства молока на основе комплексной оценки и внедрения современного оборудования, позволяющего повысить качество молока, производительность и снизить экономические затраты. В соответствии с указанной целью поставлены следующие задачи: провести анализ существующих технологий и оборудования для производства сухого обезжиренного молока; провести исследование влияния различных факторов на качество молока и подобрать оптимальные параметры для его обработки; выявить недостатки и проблемные места в теоретических, методических, организационных основах обеспечения предприятий; разработать рекомендации по повышению эффективности производства СОМ.

Объектом исследования является производство СОМ на АО УОМЗ им. Верещагина. Метод исследования заключается в анализе влияния различных факторов на качество и эффективность производства СОМ и разработке на основании этого предложений по его совершенствованию.

Проведенный анализ результатов исследований, выполненных учеными, в частности В.А. Панфиловым [2], позволил сделать вывод о целесообразности применения конвективного (распылительного) метода сушки и применения теплогенератора для модернизации сушильных установок.

Способ сушки распылением обладает рядом преимуществ по сравнению с другими методами сушки: процесс сушки идет очень быстро (обычно 15–30 с), распыляемый продукт имеет насыщенную поверхность, происходит адиабатное испарение чистой жидкости; при сушке распылением легко влиять на показатели качества готового продукта в зависимости от параметров сушки; готовый продукт имеет высокую растворимость и не требует больше обработки; распылительная сушка позволяет полностью автоматизировать процесс получения готового продукта; в распылительных сушилках можно использовать различную температуру.

Преимущества высокотемпературного теплогенератора (газового калорифера) по сравнению с паровым вполне очевидны. Это стабильность входной температуры поступающего на сушку горячего воздуха (в пределах  $\pm 1...2$  °С), более высокий КПД (на 40...50 % выше, чем в системе парогенератор-пар-паровой калорифер) и, что также очень важно, отсутствие на предприятии потребности в паре 1,0...1,2 МПа.

**Полученные результаты:** выявлены основные факторы, влияющие на эффективность производства и качество сухого обезжиренного молока, и на основании этого разработаны предложения по совершенствованию технологического оснащения и организации СОМ. Модернизирована сушильная установка SD 5300 путем замены калорифера на теплогенератор ТГ-1,9-200. Теплогенератор обеспечит снижение себестоимости продукции, уменьшение удельного потребления условного топлива 20–25 %, повышение производительности сушильной установки в 2–3 раза, технологичность производствен-

ного процесса; снижение производственных потерь на 10–15 %, уменьшение нагрузки на котельную и высвобождение пара для других производственных потребностей.

Внедрение такой технологии позволит уменьшить энергозатраты, повысить качество продукции и продлить срок эксплуатации оборудования сушильной установки за счет облегченного и более стабильного режима работы. В комплексе с применением теплогенератора система автоматизации обеспечивает надежную и бесперебойную работу сушильной установки и позволяет избежать потерь, которые неизбежны при работе с подогревом воздуха паром и управлении процессом в ручном режиме.

1. Чекулаева, Л. В. Технология продуктов консервирования молока и молочного сырья / Л. В. Чекулаева, К. К. Полянский, Л. В. Голубева. – Москва : Дели принт, 2002. – 249 с.

2. Панфилов, В. А. Инновационное развитие техники пищевых технологий / В. А. Панфилов, С. Т. Антипов, А. В. Журавлев, Д. А. Казарцев. – Москва : Лань, 2016. – 660 с.

## **МЕТОДИКА РАСЧЕТА КОЭФФИЦИЕНТА ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ВОДОКОЛЬЦЕВОГО ВАКУУМНОГО НАСОСА**

*А.А. Землянов*

*В.А. Наумов, научный руководитель, д-р техн. наук, профессор  
Калининградский государственный технический университет  
г. Калининград*

Водокольцевые вакуумные насосы характеризуются надежностью конструкции, отсутствием быстроизнашивающихся деталей, простотой эксплуатации, нечувствительностью к гидравлическим ударам и малым нагревом газа [1]. Благодаря этому они широко используются в современных системах. Однако у ВКН есть значительный недостаток – низкий коэффициент полезного действия.

*Актуальность* работы обусловлена использованием ВКН в системах рыбоподготовки, в частности в вакуумных рыбонасосных установках.

*Научная новизна* исследования состоит в том, что в работе впервые применена гипотеза о зависимости расхода от давления в рабочей камере при работе водокольцевого вакуумного насоса. На основе предыдущей работы «Применение современных информационных технологий для обработки результатов испытаний водокольцевых вакуумных насосов» была установлена возможность применения безразмерной формы нагрузочной характеристики для моделирования насосов. Данная математическая модель базируется на ба-

лансовом соотношении: объемный расход воздуха (отнесенный к условиям всасывания) равен разности между теоретическим расходом  $Q_t$  и расходом газа, возвращающегося к зоне всасывания  $Q_e$ :

$$Q(p) = Q_t - Q_e \left( \frac{p_a}{p} \right)^{\frac{1}{m}},$$

где  $m$  – показатель расширения газа.

*Целью* данной работы является создание способа расчета различных КПД насоса для наиболее полного описания полезной работы той или иной машины. В *задачи* проекта входит разработка методики расчета и создание программы ЭВМ.

*Объектом* исследования является водокольцевой вакуумный насос. В работе использованы следующие *методы*:

- гипотеза о зависимости расхода от давления в рабочей камере насоса для описания работы установки;
- метод наименьших квадратов для определения теоретического расхода;
- погрешность аппроксимации и индекс детерминации;
- объемный и изотермный КПД.

*Полученные результаты* исследования: при уменьшении коэффициента утечки происходит увеличение давления в рабочей камере. Это соответствует физическому смыслу коэффициента – изолированная система создает глубокий вакуум, потери в котором не происходят.

Таким образом, данный метод расчетов помогает оценить степень эффективности водокольцевых вакуумных насосов. Практическая его значимость заключается в определении основного параметра, влияющего на производительность – изолированности системы. Устранение утечек такими путями, как уплотнение соединений, замена труб и др., может способствовать повышению эффективности всей системы. Научная значимость полученных результатов состоит в возможности их дальнейшего применения для моделирования работы всей вакуумной рыбонасосной установки и повышения ее производительности.

1. Кутья, О. В. Преимущества эксплуатации вакуумных водокольцевых насосов / О. В. Кутья // Вестник Харьковского национального технического университета сельского хозяйства. – 2011. – Вып. 110. – С. 69–73.

## АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ОЦЕНКИ МОЩНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

*М.С. Зуев*

*В.А. Раков, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

При эксплуатации автотранспортных средств зачастую приходится сталкиваться с необходимостью определения максимальной мощности или крутящего момента двигателя внутреннего сгорания. Это может потребоваться для оценки технического состояния двигателя или решения исследовательских задач. Между тем замер мощности двигателя сопряжен с рядом сложностей, связанных с использованием дорогостоящего оборудования.

Также существует ряд способов косвенной оценки мощности двигателя по ускорению коленчатого вала, замерам времени разгона и т.д. Ранее авторами также был предложен способ определения средней мощности двигателя в процессе эксплуатации [1]. Возможным направлением также является оценка энергетической эффективности двигателя [2].

Авторами использована методика оценки мощности в процессе эксплуатации автомобиля, основанная на тягово-мощностном расчете [3, 4]. В качестве исходных данных используются характеристики транспортного средства и параметры рабочих процессов двигателя, которые снимаются при испытании сканером, подключенным к бортовой системе самодиагностирования. Полученный набор текущих параметров используется для расчета мощности двигателя.

Математическая модель базируется на принципах тягово-мощностного расчета автомобиля. Мощность на ведущих колесах равна сумме сил сопротивления, действующих на автомобиль в каждый момент времени [4, 5]

$$N_{Ti} = N_{Ki} + N_{Bi} + N_{Ii} + N_{Pi} , \quad (1)$$

где  $N_{Ki}$  – мощность силы сопротивления качения;  $N_{Bi}$  – мощность силы сопротивления воздуха;  $N_{Ii}$  – мощность силы сопротивления инерции;  $N_{Pi}$  – мощность силы сопротивления подъема.

Вычисление сил сопротивления, действующих на автомобиль, позволяет определить мощность силы тяги на ведущих колесах, а используя значение КПД трансмиссии можно перейти на мощность на маховике двигателя (2):

$$N_e = \frac{N_{Ti}}{\eta_{TP}} , \quad (2)$$

где  $N_e$  – эффективная мощность двигателя (на коленчатом валу);  $N_{Ti}$  – мощность силы тяги на ведущих колесах в конкретный момент времени;  $\eta_{TP}$  – коэффициент полезного действия трансмиссии.

На рисунке 1 показан график скорости автомобиля и скорость вращения коленчатого вала при испытательном ускорении автомобиля из неподвижного состояния.

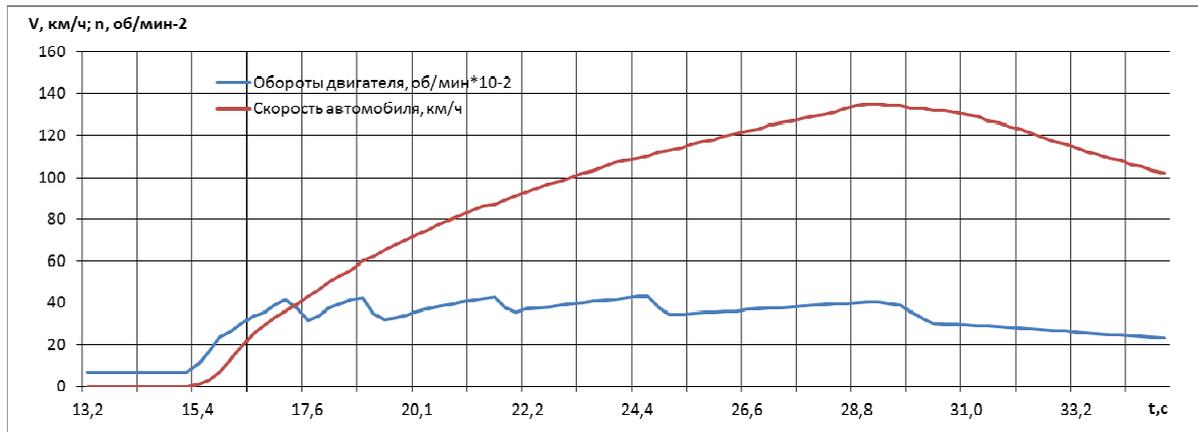


Рис. 1. Скоростная характеристика разгона при испытании автомобиля с дизельным двигателем

Как видно из рисунка автоматическая трансмиссия быстро настроила режим работы двигателя на достижение максимальной мощности двигателя. Обороты коленчатого вала при этом находились в зоне максимального значения. Скорость автомобиля нарастала плавно и за 8,7 секунд достигла 100 км/ч, а за 13 секунд – 135 км/ч.

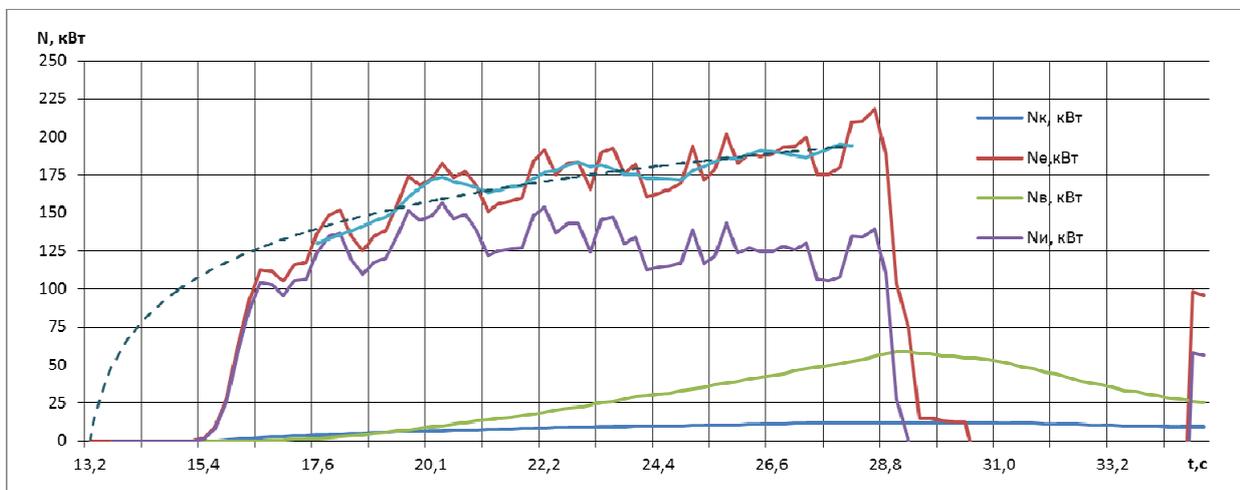


Рис. 2. Результаты тягово-мощностного расчета испытуемого автомобиля (линия курсива – аппроксимация по  $N_e$ )

В результате расчета определены силы сопротивления, действующие на автомобиль (рис. 2). Штриховая линия на участке с 17 по 26 секундах показывает усредненную мощность двигателя при испытании. Максимальное полученное значение  $N_e$  соответствует заводскому значению максимальной мощности двигателя с погрешностью не более 5 %, что говорит о хорошей сходимости результатов измерений. Следует отметить, что колебания мощности на

графике вызваны неравномерностью ускорения автомобиля при разгоне. Для сглаживания колебаний использовано усреднение скорости по нескольким проходам измерения.

К недостаткам используемого способа можно отнести влияние уклонов дороги и направления ветра на результат замера. Однако этот недостаток может быть исключен проведением замеров в одном и другом направлении движения с последующим усреднением результатов.

1. Раков, В. А. Определение мощности, потребляемой транспортным средством при неустановившихся режимах работы / В. А. Раков, И. К. Александров // Автомобильная промышленность. – 2013. – № 5. – С. 9–11.

2. Александров, И. К. Оценка энергетической эффективности ДВС в условиях неустановившегося режима работы / И. К. Александров, О. Л. Биловол, В. А. Раков // Вестник машиностроения. – 2008. – № 6. – С. 17–20.

3. Сафиуллин, Р. Н. Эксплуатация автомобилей: учебник для вузов / Р. Н. Сафиуллин, А. Г. Башкардин. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2019. – 202.

## РЕВЕРСИВНО-СТРУЙНАЯ ОЧИСТКА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ И БЕТОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОТ КОРРОЗИИ

*В.В. Ковалевич, В.С. Рабченя, М.А. Капуза*

*И.В. Качанов, научный руководитель, д-р техн. наук, профессор,*

*И.М. Шаталов, научный руководитель, ст. преподаватель*

Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Современные механизированные способы очистки характеризуются рядом недостатков: сильный шум, неполная очистка сварных и заклепочных швов, наличие насечек на поверхности, низкая производительность, быстрое изнашивание инструмента.

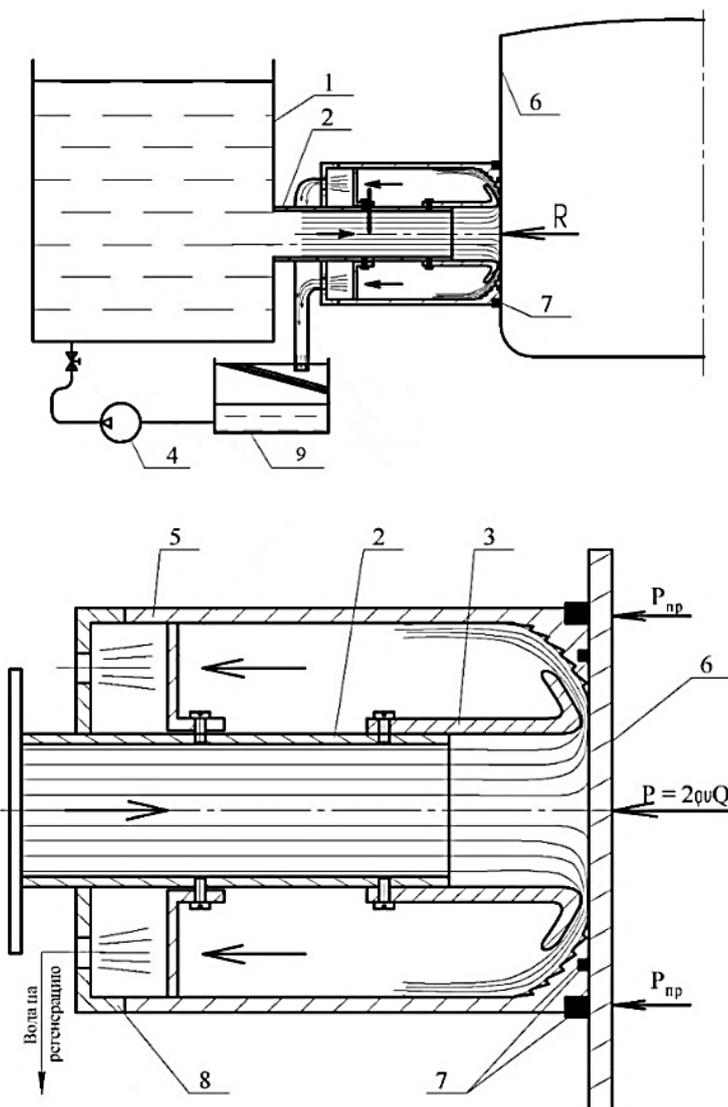
В настоящее время широкое применение в промышленном и строительном производстве нашли пескоструйные и дробеструйные способы очистки, которые также обладают рядом недостатков, к числу которых следует отнести: высокую концентрацию абразивной пыли, достигающую до  $15000 \text{ мг/м}^3$ , значительный расход абразива ( $25\text{--}30 \text{ кг/м}^2$ ), дополнительные работы, связанные с предварительной просушкой песка, а также с последующей его уборкой и регенерацией.

Одним из направлений повышения производительности и улучшения условий труда при очистке металлических и бетонных поверхностей от продуктов коррозии является использование метода гидроабразивной очистки (ГАО).

Процесс очистки состоит в эрозионном воздействии высокоскоростной водяной струи и твердых абразивных частиц на обрабатываемый материал. Вода при этом выполняет лишь функцию носителя. В основе гидроабразивного метода, широко используемого в последнее время, лежит комбинированный механизм очистки [1]. Обработка осуществляется за счет определенного количества отдельных «съемов» материала, вызываемых ударением в него твердых частиц. Скорость процесса эрозии зависит от кинетической энергии потока рабочей жидкости, формы и размеров частиц абразива, угла атаки потока, механических свойств очищаемого материала.

Однако отрицательным моментом рассмотренной технологии следует считать неполное использование кинетической энергии струи жидкости, взаимодействующей с преградой.

Для устранения отмеченного недостатка на кафедре «Гидротехническое и энергетическое строительство, водный транспорт и гидравлика» БНТУ была разработана, исследована и запатентована [2] новая технология и устройство для формирования реверсивной струи рабочей жидкости, воздействующей на преграду (рис.).



В результате использования предлагаемой технологии и устройства решается проблема со сбором отходов образовавшихся в результате очистки плоских стальных и бетонных поверхностей, что расширяет область применения РСО. Кроме того, увеличивается эффективность и качество очистки обрабатываемых поверхностей, более рационально используется кинетическая энергия струи, снижается энергоемкость производимых работ, повышается культура работы.

*Рис. Устройство для очистки от коррозии плоских стальных и бетонных поверхностей:*

1 – бак напорный; 2 – насадок;  
3 – манжета струеформирующая;  
4 – насос; 5 – стакан цилиндрический;  
6 – обрабатываемая поверхность;  
7 – уплотнение; 8 – крышка;  
9 – бак для регенерации

1. Жук, А. Н., Качанов, И. В., Верременюк, В. В., Филипчик, А. В. Результаты исследований по определению давления реверсивной струи на обрабатываемую плоскую поверхность: международный научно-технический журнал «Наука и техника». – Минск : Издательство БНТУ, 2018. – 5–14 с.

2. Устройство для очистки от коррозии плоской стальной поверхности: пат. №16526, Респ. Беларусь, МПК В 08В 3/00; В 63В 59/08 / И. В. Качанов, А. Н. Жук, В. Н. Шарий, Р. О. Мяделец; дата публ. 30.10.2012.

## **ТЕХНОЛОГИЯ СКОРОСТНОГО ГОРЯЧЕГО ВЫДАВЛИВАНИЯ БИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО СТЕРЖНЕВОГО ИНСТРУМЕНТА**

*С.А. Лаппо*

*В.В. Власов, научный руководитель, ст. преподаватель  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск*

Слесарно-механический способ является основным для получения штампового инструмента на промышленных предприятиях. Обработкой резанием изготавливают инструмент всех видов операций с любым соотношением геометрических размеров. Для получения штампов горячей штамповки как правило применяют копировально-фрезерные станки. При этом фрезерование требует применения большого числа специальных инструментов. Необходимость частой его смены и постоянный контроль размеров штампов, а также плохая обрабатываемость штамповых сталей являются причинами низкой производительности труда.

Отсутствие внедренных современных, наукоемких технологий и специализированного оборудования в сфере инструментального производства приводит к снижению качества выпускаемой технологической оснастки и инструмента и, как следствие, потере конкурентоспособности основной продукции градообразующих предприятий – автомобилей, тракторов, холодильников, станков и пр.

В этой связи использование скоростных процессов объемного формоизменения, особенно в части изготовления биметаллического инструмента, следует отнести к перспективным направлениям современной металлообработки.

Процессы скоростного формоизменения, особенно скоростного горячего выдавливания (СГВ), создают эффективные условия для обработки малопластичных и труднодеформируемых материалов, широко используемых в инструментальном производстве. В связи с тем, что высокоскоростная штамповка обеспечивает получение точных заготовок с повышенными механическими свойствами, она может быть использована как технологический процесс изго-

товления стержневых деталей штамповой оснастки, работающих в условиях повышенных нагрузок и износа [1].

В БНТУ разработаны техпроцессы создания биметаллического стержневого инструмента (пуансоны, толкатели, фрезы), предназначенного как для осуществления операций горячей и холодной штамповки, так и для разрушения асфальтобетонных покрытий, при проведении ремонта автомобильных дорог.

Существенным инновационным моментом в разработанных техпроцессах является формирование сварного соединения разнородных сталей на основе диффузионного переноса легирующих элементов в зоне соединения, что обеспечивает высокое качество и прочность соединения [2].

Для проведения исследований использовались составные заготовки, состоящие из композиций сталей 40X+5XHM и 40X+45X3B3MFC (ДИ23). Формообразование и соединение разнородных металлов осуществляли по запатентованному способу изготовления стержневых деталей за счет совместного скоростного пластического истечения обоих металлов в осевом направлении. Скоростное деформирование составных заготовок осуществляли с нагревом. Некоторые результаты формообразования и полученных соединений из разнородных металлов представлены на рисунке.

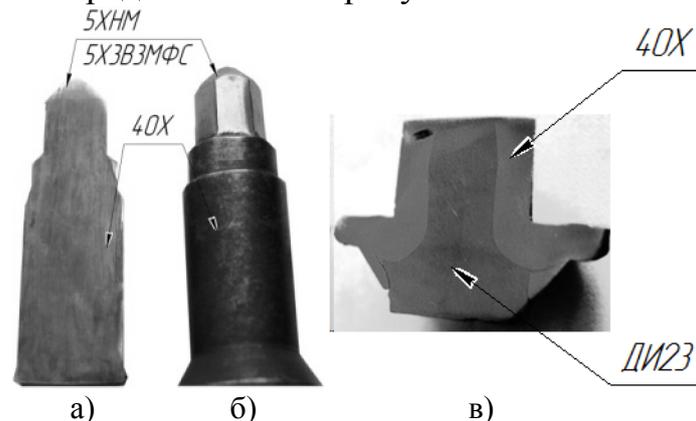


Рис. Вид продольных шлифов (а, в) и поковки биметаллического пуансона (б) после скоростного выдавливания при  $V_0 = 70-80$  м/с,  $T_0 = 1150 \pm 20$  °С;  $\lambda = 2$  и 5 (а, б);  $\lambda = 3$  (в)

При рассмотрении продольных шлифов, изготовленных из биметаллических образцов, хорошо видны четкие, контрастные границы соединения разнородных металлов как в поперечном (рис. а), так и в осевом (рис. в) направлениях. На основании проведенных исследований установлено, что в зоне сварного соединения отсутствуют окисные включения, что благоприятно сказывается на эксплуатационных и физико-механических характеристиках биметаллического инструмента, предназначенного как для металлообработки, так и для эксплуатации в строительно-дорожной технике.

1. Качанов, И. В. Скоростное горячее выдавливание стержневых изделий с плакированием торцевой части / И. В. Качанов, Г. Н. Здор, Л. А. Исаевич, В. Н. Шарий. Минск, БНТУ, Техническая литература. – 2011. – 198 с.

2. Качанов, И. В. Способ штамповки деталей со стержнем: пат. 18113 Респ. Беларусь, МКИ В 21 J 5/00, / И. В. Качанов, Г. Н. Здор, Л. А. Исаевич, В. Н. Шарий, М. В. Кудин, В. В. Власов; заявитель Белорус. нац. техн. ун-т. – № А20110844; заявл. от 16.06.2011 г; опубл. // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2014.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА ЩЕКОВОЙ ДРОБИЛКИ НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОГО ИНЖЕНЕРНОГО АНАЛИЗА НАПРЯЖЕННОГО ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПЛИТЫ**

*А.А. Лобачева*

*А.С. Степанов, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Для горного производства машиностроительные заводы выпускают самые разнообразные машины и оборудование, причем наряду с созданием новых происходит непрерывное изменение и совершенствование существующих машин и общее увеличение объема их выпуска.

Колоссальные издержки, связанные с процессами измельчения на современном уровне развития производства вызывают острую необходимость разработки принципиально новых способов измельчения материалов, а также создания на их основе новых технологий и оборудования.

Дробильно-размольная техника прошла свой исторический путь развития, базируясь на достижениях современных ей наук. Это отражено в таких принципах измельчения, как шаровой, вибрационный, самоизмельчение, ударный, ударно-центробежный, струйный и другие.

Практически все существующие способы дезинтеграции осуществляются механическим путем. При этом энергетические потери огромны и избежать их можно только путем точечного или линейного силового воздействия.

Все перечисленные выше способы измельчения малоэффективны по многим показателям на современном уровне развития техники. Поэтому с целью увеличения производительности, снижения металлоемкости и материалоемкости, уменьшения капитальных затрат необходимо искать новые пути совершенствования оборудования для измельчения материалов.

Целью работы – снижение простоя Дробилки СМД 117.

Решаемые задачи:

- проанализировать виды предохранительных механизмов;
- рассчитать и спроектировать предохранительный механизм распорной плиты;
- рассмотреть альтернативные методы предотвращения попадания негабаритных материалов для избегания простоя и поломки оборудования.

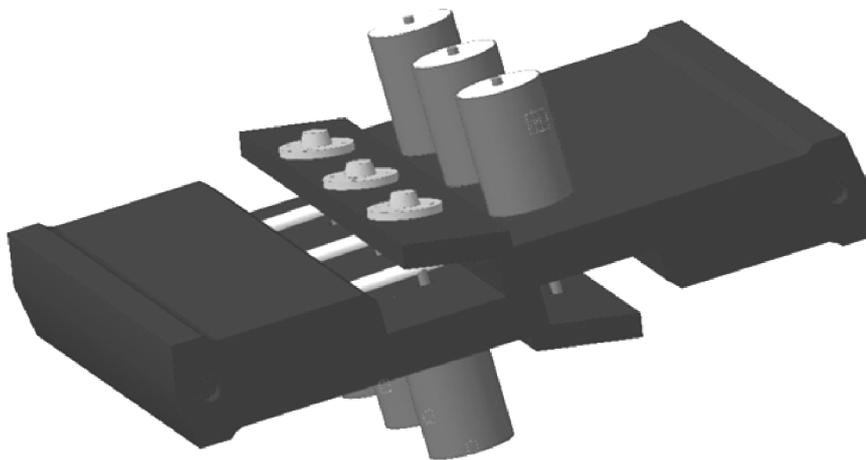
Научная новизна: проанализирована технология предохранительных механизмов крупногабаритных дробящих дробилок, даны рекомендации по условиям модернизации и монтажу предохранительных плит.

Объект: щековая дробилка СМД 117.

Методы: сравнения, измерения, моделирования, анализа и синтеза.

Результаты исследования:

Проведя необходимый анализ, было принято решение пересмотреть конструкцию задней распорной плиты щековой дробилки СМД 117 (рис.).



*Рис. Новая конструкция задней распорной плиты щековой дробилки СМД 117*

Вывод: отработан технологический процесс для разработки методики по проектированию предохранительного механизма щековой дробилки для переработки железной руды, позволяющий сократить время простоя дробилок и значительно увеличить производительность.

1. Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя в 3 т. / В. И. Анурьев. – Москва : Машиностроение, 2006. – Т. 1 – 937 с.; Т. 2 – 969 с.; Т. 3 – 937 с.

2. Дунаев, П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин / Дунаев П. Ф., Леликов О. П. – Москва : Высшая школа, 2008. – 447 с.

## ЭРГОДИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НАДЁЖНОСТИ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЕМ

*К.С. Лукин*

*Н.В. Курилова, научный руководитель, ст. преподаватель  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Среди современных систем, применяемых на автомобильном транспорте, имеют преимущество электронные системы управления. На данный момент функциональная составляющая автомобиля является электронной. Ввиду массового и объемного применения электронных систем управления (далее – ЭСУ) возникает необходимость оценки их надёжности.

Среди текущих методов оценки надёжности можно выделить как статистические методы теории надёжности, так и несколько нестандартные вероятностные методы оценки. В богатом множестве вероятностных оценок можно выделить и последнюю, наиболее актуальную – эргодический анализ.

Под эргодической оценкой следует понимать построение оценки параметров случайных процессов по времени на конечном интервале наблюдения. Уникальность и совершенность данного метода обуславливается учётом параметра непрерывного времени, при этом не требуется допущения о непрерывности самих моделей, т.е. допускается их дискретность. Кроме того, эргодичность позволяет оценить и набирающие в последнее время марковские модели случайных процессов.

Целью данной работы является оценка надёжности ЭСУ автомобиля при помощи теории эргодичности случайных процессов. Конечным результатом должна являться совокупность оценок, позволяющих сделать вывод о возможных искажениях данных, времени реакции и исправления ошибок, времени отклика системы, времени прохождения уровня протокола передачи данных, асимптотическую дисперсию оценки.

За основу моделирования возьмем однородную неразложимую цепь Маркова с непрерывным временем и конечным множеством состояний. Обозначим за  $T_i$  сумму всех интервалов времени, начиная от 0, в течение которых состояние системы характеризуется в интересующем нас состоянии.

Оценку стационарной вероятности примем в следующем виде:

$$\pi(i) = \frac{T_i}{T}.$$

В дальнейшем в ходе работы были определены статистические характеристики данной оценки. Они представлены ниже:

$$D\left(\frac{T_i}{T}\right) = \frac{1}{T} 2\pi^2(i)[1 - \pi(i)] \frac{M\{V_k^2\}}{M\{V_k\}},$$

$$D\left(\frac{T_i}{T}\right) = \frac{2\pi(i)}{T} \int_0^T f_{ii}(s) ds + q\left(\frac{1}{T}\right).$$

Дальнейшая оценка надёжности основывается на мысли, что существуют так называемые блуждания и «хвосты», вызванные микро-ошибками в кодировании информации и иные отрицательные факторы передачи данных. Данная составляющая оценки, скорее, является оценкой протокола передачи данных, нежели самой сети. Скопления блужданий приводит к образованию асимптотических функций, описывающих поведение вышеупомянутых «хвостов» и блужданий.

Запишем аналитическое выражение для производящей функции «хвостов» и функции «двойных хвостов соответственно»:

$$q(z) = \sum_{n=0}^{\infty} P_{k+1} z^k, \quad P_k = P(\zeta \geq k),$$

$$Q(z) = \sum_{k=0}^{\infty} Q_{k+1} z^k, \quad Q_k = \sum_{j=k}^{\infty} P_j.$$

Также необходимо указать аналитическое выражение для оценки моментов и вероятностей уклонений для граничных функционалов от блужданий, вязанных образованиями сумм случайных величин с учётом теории восстановления

$$Q_n \leq \sum_{k>n} \varepsilon(k) k^{-\delta} \sim \frac{\varepsilon(n) n^{-\delta+1}}{\delta - 1}.$$

Таким образом, в работе представлены оценки надёжности ЭСУ автомобилем с учётом теории эргодичности случайных процессов, которая в последнее время набирает популярность во всём математическом сообществе. Кроме того, следует заметить, что кроме традиционной статистической оценки сетей передачи данных необходимо взять во внимание и оценку надёжности корректной и своевременной работы и протоколов передачи данных. Крайне важным в автомобиле является и время передачи данных, прохождения уровней протокола передачи, время восстановления потока данных. Это обуславливается всё большим внедрением электроники в системы активной и пассивной безопасности автомобиля

1. Соснин, Д. А. Новейшие автомобильные электронные системы / Д. А. Соснин, В. Ф. Яковлев – Москва : Солон-Пресс, 2005. – 240 с.

2. Боровков, А. А. Эргодичность и устойчивость случайных процессов / А. А. Боровков. – Москва : Эдиториал УРСС, 1999. – 440 с.

## ЦИФРОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА БУДУЩЕГО

*М.Е. Мурышев*

*В.Ф. Булавин, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Одной из функций системы управления программой «Цифровая экономика» [1] является поддержка субъектов малого и среднего предпринимательства в области разработки и внедрения цифровых технологий путем их информационного насыщения.

Актуальность работы связана с необходимостью зафиксировать достигнутый уровень использования высокотехнологичных программных платформ в производственной сфере, отталкиваясь от которого продолжить выполнение долгосрочной стратегии насыщения цифровыми технологиями предприятий в рамках выполнения технических проектов [1, 2].

Машиностроительный сектор Вологодской области последовательно реализует внедрение цифровых технологий на основе САПР продуктов. Комплексное применение идеологии CAD/CAM/CAPP/CAE находится в стадии становления, но отдельные компоненты процесса нашли широкое применение на предприятиях всех уровней. Накопленный опыт и рост компетенций позволяют проектировать как относительно простые, так и реализовывать сложные высокотехнологичные проекты [2].

Основным содержанием цифрового конструкторского направления в подготовке производства является проектирование в 3D-формате. На этом этапе подготовки производства определяется компоновка, уточняется состав будущего изделия и максимального привлечения стандартных узлов. В рамках этого раздела САД-платформа дает возможности создавать и редактировать 3D-модели всех деталей и в итоге сформировать рабочую документацию сечений, разрезов, а также сборочные единицы [2]. Связь между электронными прототипами и ассоциативными видами чертежей дает возможность быстрого пересчёта всех модификаций и нюансов цифровой версии в технической документации.

Техника параметризации позволяет в работе с виртуальной моделью-двойником реального объекта, используя единожды спроектированный прототип, получать модификации схожих исполнений. Формообразующие элементы выступают средством наполнения конструкторских и технологических баз данных для следующих проектов.

Электронные макеты сборочных единиц и всего изделия позволяют устранить коллизии и исключить ошибки проектирования, провести проверку размерных цепей, установить допуски из принципа взаимозаменяемости дета-

лей в конструкции. 3D-проектирование машиностроительными предприятиями является отражением политики цифрового мышления в экономике и слагаемым в становлении производства нового типа – виртуального предприятия.

Примеры использования САD-технологий в формате 3D при проектировании современного низкопольного троллейбуса представлены ниже на рисунке.



*Рис. Пример использования САD-технологий в 3D-проектировании современного низкопольного троллейбуса*

Программный код позволяет увидеть будущее изделие в объеме и различных проекциях, придать ему фотореалистичное изображение в соответствии с заданным материалом для предварительной оценки конструкторских, эргономических и дизайнерских решений, что очень нравится будущим заказчикам и даёт пищу для новых проектов.

Отечественное программное обеспечение позволяет полностью решить задачу цифровой подготовки производства в условиях юридической чистоты. Интеграция средств САD, САPP, PDM, ERP позволяет реализовать сквозную интегрированную программно-информационную среду для повышения эффективности подготовки производства, что следует рассматривать как реализацию элементов цифровой экономики и повышение производительности труда в малом бизнесе машиностроительной отрасли [2].

1. Паспорт национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации». URL:<http://static.government.ru/media/files/urKHm0gTPPnzJlaKw3M5cNLobgczMkPF.pdf> (дата обращения 31 марта 2020).

2. Булавин, В. Ф. PLM-стратегия в мелкосерийном производстве машиностроительной отрасли / В. Ф. Булавин, В. В. Яхричев, В. А. Глазков // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2018. – № 8. – С. 37–49.

## ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*И.С. Петряшов*

*С.В. Яняк, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Аддитивные технологии – это технологии послойного создания объектов, основанные не на удалении материала, а на послойном наращивании изделия по 3D-модели путем связки материалов термическим, диффузионным или клеевым способом. В качестве материала применяются: пластики (ПЛА, АБС и другие), металлические и керамические порошки и их связки.

Данный способ создания изделий может быть востребован в авиакосмической отрасли, медицине (протезирование), машиностроении, исследовательской и экспериментальной работе и других отраслях, где требуется создание прочных и легких изделий, способных выполнять свою функцию также эффективно, как и их традиционные аналоги.

Применение аддитивных технологий позволяет сократить, а иногда и исключить необходимость в последующей обработке изделий, но все же в некоторых случаях требуется дополнительное создание поддержек для 3D-модели, повышающих прочность изделия на этапе печати, по завершении процесса поддержки удаляются.

Технологии трехмерной печати позволяют создавать изделия сложной пространственной формы, например топологически оптимизированные изделия.

Топологическая оптимизация – это подход к оптимизации конструкции изделия путем распределения материала для несущих нагрузку структур, варьирование параметрами изделия, их сохранение или улучшение. Также топологическая оптимизация привносит свой вклад в дизайн изделия, а некоторые оптимизированные изделия становятся приближены к естественным природным аналогам, например к пчелиным сотам.

Оптимизированные изделия, как правило, намного легче своих традиционных аналогов, что особенно важно для авиакосмической отрасли, однако они имеют более сложную нетехнологичную форму, что делает их сложными, экономически невыгодными или невозможными для изготовления на металлорежущих станках. Поэтому форму таких изделий стараются унифицировать для изготовления без ущерба основным параметрам. Однако изделия таких сложных форм можно получить литьем, например литьем по выплавляемым моделям, что, несомненно, дорогостоящий способ создания изделий, имеющий свои недостатки. Но в отличие от литья, печать таких изделий позволяет достичь в 1,5 раза большей плотности и исключить образование литейных дефектов в материале изделия. При этом печать изделий позволяет отказаться от

использования дорогой литейной оснастки, например литейных и штамповочных форм.

Кроме того, трехмерная печать позволяет сократить производственные циклы и ускорить выход готовой продукции, сокращая вероятность появления брака на технологических этапах. Снижение вероятности брака связано с тем, что трехмерная печать позволяет сократить количество операций технологического процесса, что снижает, а иногда и исключает накопление погрешностей. Соответственно на детали не сказываются погрешности, связанные с базированием детали, износом режущего инструмента, неоптимальным технологическим процессом и человеческим фактором в процессе обработки.

Точность изделий, полученных путем трехмерной печати (при лазерном спекании, технология SLS – selective laser sintering), почти сопоставима с точностью изделий, полученных традиционными способами, но все же уступает точности изделий, полученных, например, при многоосевой фрезерной обработке на станке с ЧПУ (числовым программным управлением). Однако при печати изделий могут возникать несоответствия изготавливаемой детали с ее 3D-моделью: связано это с разницей в качестве сырья, колебаниями температуры среды, неравномерным остыванием детали и другими факторами. Но при этом трехмерная печать позволяет следить за нанесением каждого слоя, а иногда обнаруживать и исправлять ошибки печати в реальном времени. Что позволяет сократить процент бракованных изделий.

Не стоит забывать о том, что оборудование для трехмерной печати – это гибкое оборудование (быстрая переналадка, требуется только 3D-модель), что сокращает затраты времени и финансов при переходе к изготовлению нового продукта или при внесении изменений в конструкцию старого продукта. Единственное ограничение в данном случае – это размеры области печати станка, что соответственно зависит от габаритных размеров станка.

Подводя итоги вышесказанному, стоит отметить, что трехмерная печать позволяет быстро создавать сложные изделия для любых областей деятельности с применением различных материалов, перечень которых постоянно расширяется, экономит материальные ресурсы и обладает высокой гибкостью производственных процессов. Также обладает и рядом минусов, таких как: точность изделий ниже, чем у штамповки и многоосевой фрезерной обработки на ЧПУ; ограниченность габаритов детали, что зависит от поля печати; потеря свойств некоторых материалов при печати.

Считаю, что наиболее целесообразно в настоящее время применять трехмерную печать для сложных топологически оптимизированных изделий. Вероятно, что при последующем развитии аддитивных технологий они будут способны частично или полностью заменить традиционные методы изготовления продукции.

## АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧНОСТИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ НА ВОДОРОДНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ

*А.Е. Тихомиров*

*А.В. Соколов, научный руководитель, канд. техн. наук*  
Ярославский государственный технический университет  
г. Ярославль

Изменяющийся климат Земли представляет собой одну из самых важных угроз, с которыми когда-либо сталкивалось человечество. Чтобы избежать катастрофических изменений, все секторы экономики должны принять решительные сокращения выбросов парниковых газов. Транспортные средства, на сегодняшний день выбрасывают около 15 % от всех выбросов CO<sub>2</sub> [1]. И эта доля растёт, потому что другие секторы экономики сокращают свои выбросы быстрее, чем транспорт.

Сейчас существует несколько различных подходов к решению этой проблемы. Одной из самых перспективных технологий являются электромобили, однако они тоже не лишены минусов. Они являются полностью экологически чистыми на дороге, что, бесспорно, является преимуществом перед транспортными средствами с ДВС. Однако производство электроэнергии требует ресурсов и создает большое количество вредных выбросов. Чтобы можно было говорить о полной экологической чистоте таких автомобилей, необходимо получать электроэнергию из чистых источников. Такие источники требуют особых условий и не могут быть размещены в любом месте, что ограничивает их возможное количество. Важна также и экономическая сторона вопроса – сложные технологии требуют больших вложений.

Отдельной технологией в области электромобилей являются электромобили на водородных топливных элементах. Такие транспортные средства имеют некоторые преимущества перед обычными электромобилями, но имеют и свои проблемы. Нужно добавить, что такие электромобили также являются экологически чистыми только на дороге. Мировая статистика по производству водорода показывает, что 48 % водорода производится со сжиганием природного газа, 30 % – нефти, 18 % – угля и только 4 % – с использованием возобновляемых источников [1].

Для того чтобы можно было провести сравнение экологичности автомобилей с ДВС и электромобилей, нужно вычислить количество выбросов CO<sub>2</sub> на километр. Важно отметить, что такое сравнение условно, так как сами по себе электромобили не имеют выбросов. Исходными данными будут являться: запас хода, объем топлива или емкость аккумуляторной батареи в случае электромобиля. Примем во внимание, что большинство водорода производится методом паровой конверсии, а 63 % электроэнергии в мире вырабатывается тепловыми электростанциями. При получении одного килограмма водорода в воздух попадает 9,5 килограммов CO<sub>2</sub>. Допустим, что электроэнергия для

электромобиль вырабатывается тепловой электростанцией при сжигании каменного угля. На один килограмм каменного угля приходится 7–8 кВт·ч и 2,29 килограмма CO<sub>2</sub>. Расчет проведем по (1):

$$m_{\text{CO}_2} = \frac{E/E_1 \cdot m}{L}, \text{ кг / км}, \quad (1)$$

где  $E$  – емкость аккумуляторной батареи (запасаемая энергия), кВт·ч;  
 $E_1$  – количество вырабатываемой энергии на 1 кг топлива, кВт·ч;  
 $m$  – масса CO<sub>2</sub>, которая выделяется при сжигании 1 кг топлива, кг;  
 $L$  – запас хода транспортного средства, км.

Для электромобиль на водородных топливных элементах формула преобразуется:

$$m_{\text{CO}_2} = \frac{m_T \cdot m_{\text{ПК}}}{L}, \text{ кг / км}, \quad (2)$$

где  $m_T$  – масса топлива в баках, кг;

$m_{\text{ПК}}$  – масса CO<sub>2</sub>, которая выделяется при получении 1 кг водорода методом паровой конверсии, кг.

Результаты расчета представлены в таблице.

Таблица

### Результаты расчета

	ДВС	Гибрид	Электромобиль	Электромобиль на водородных топливных элементах
Автомобиль	VW GOLF IV 1.4 TSI	Toyota Prius III	Tesla Model S	Toyota Mirai
Запас хода, км	890	1150	335	650
Запас топлива (емкость аккумуляторной батареи (запасаемая энергия))	55 л	45 л, 4,4 кВт·ч	60 кВт·ч	122,4 л (5кг)
Выброс CO <sub>2</sub> г/км	144[1]	89[1]	54*	73*

\*Выброс CO<sub>2</sub> получен с помощью перерасчета выбросов при производстве электроэнергии и водорода, электромобиль не имеет выбросов CO<sub>2</sub>.

Таким образом, даже при текущих, не слишком экологически чистых способах получения электроэнергии и водорода, выбросы CO<sub>2</sub> бензиновых автомобилей в 1,6–2,6 раз больше, чем более экологичных автомобилей, что делает использование электромобилей рациональным с точки зрения сохранения окружающей среды.

1. Folkson, R. Alternative fuels and advanced vehicle technologies for improved environmental performance / Folkson R. – Cambridge : Woodhead Publishing Limited, 2014. – 803 p.

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ФОРМООБРАЗУЮЩЕЙ ОСНАСТКИ, ИЗГОТОВЛЕННОЙ 3D FDM-ПЕЧАТЬЮ

*А.Б. Цыбиков, А.К. Харлампиев, И.С. Митрюшкин*

*Н.С. Улаханов, научный руководитель, ст. преподаватель*

Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления  
г. Улан-Удэ

Высокую технологическую гибкость заготовительного и инструментального производства при изготовлении формообразующей оснастки позволяют обеспечить аддитивные технологии (АТ) [1, 2].

Наиболее простым видом АТ является FDM-печать пластиковыми материалами, в частности ABS-пластиком.

Целью данной работы является технологическое обеспечение требуемой шероховатости штампов для тонколистовой штамповки, полученных FDM-печатью ABS-пластиком путем выбора методов и режимов окончательного фрезерования.

Исследование проводилось на образцах призматической формы с габаритами 20×20×20 мм. Образцы изготовлены из пластика ABS аддитивным методом на FDM 3D-принтере Picaso Designer 250 по режимам, представленными в таблице 1. Фрезерование производили на вертикально-фрезерном обрабатывающем центре с ЧПУ ROMI D800 сферической фрезой Ø12мм из твердого сплава фирмы ISCAR. Режимы финишного фрезерования представлены в таблице 2. Шероховатость поверхности измеряли на профилограф-профилометре Арбис ПМ-7.

Таблица 1

### Режимы 3D-печати

Скорость печати, мм/сек	Высота слоя, мм	Процент заполнения, %	Толщина стенки, мм	Температура плавления пластика, °С	Температура рабочего стола, °С
80	0,25	20-100	2	230	115

Таблица 2

### Режимы финишного фрезерования

Скорость резания, м/мин	Глубина резания, мм	Подача, мм/мин	Процент перекрытия инструмента, %
120–280	0,15–1	1500–3000	0,012

Высота неровностей профиля Ra и Rz являются одними из основных характеристик шероховатости поверхности, определяемым ГОСТ 2789-73 «Шероховатость поверхности». Из зависимости видно, что образец после 3D-печати имеет волнистую поверхность, зависящей от скорости подачи

3D-печати и высоты слоя. Среднее арифметическое отклонение профиля Ra после 3D-печати составляет 11,672 мкм, а высота неровностей профиля, измеренная по десяти точкам Rz, достигает 57,829 мкм.

Получаемая шероховатость, как правило, не соответствует требованиям к качеству поверхности, предъявляемой к формообразующей оснастке. В большинстве случаев необходима окончательная обработка, в данном случае отрабатывалась технология фрезерования по заданным режимам.

Среднее арифметическое отклонение профиля после фрезерования Ra составляет 1,565 мкм, а высота неровностей профиля, измеренная по десяти точкам Rz, достигает 3,876 мкм.

При увеличении скорости резания шероховатость уменьшается, при увеличении скорости подачи шероховатость увеличивается.

При изготовлении формообразующего инструмента, имеющего сложную поверхность, с помощью FDM-печати ABS-пластиком необходимо учитывать качество получаемой поверхности и геометрические параметры. В большинстве случаев без окончательной механической обработки обойтись невозможно, и необходимо обеспечивать качество поверхности, варьируя параметрами финишной обработки.

1. Зленко, М. А. Аддитивные технологии в машиностроении / М. А. Зленко, А. А. Попович, И. Н. Мутылина. Санкт-Петербург : СПбГУ, 2013. – 221с.

2. Ahn, S. H. Anisotropic material properties of fused deposition modeling ABS / S.H. Ahn, M. Montero, D. Odell et al. // Rapid prototyping journal. 2002. Vol. 8. No. 4. P. 248–257.

## **ПЕРСПЕКТИВНОЕ ВНЕДРЕНИЕ ПОДЗАРЯЖАЕМОГО ТРАНСПОРТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

***В.А. Чупков***

*Т.Г. Булавина, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Современные автопроизводители часто прибегают к совместному использованию двигателя внутреннего сгорания (ДВС) и электродвигателя, что позволяет избежать работы ДВС в режиме малых нагрузок, а также реализовывать рекуперацию кинетической энергии, повышая топливную эффективность силовой установки.

В настоящее время использование полностью электрических транспортных средств на территории РФ, кроме крупных городов, практически невозможно из-за малого запаса электрического хода. Застой применения транс-

портных средств происходит по многим причинам, главная из которых – высокая стоимость гибридных автомобилей в РФ. Именно из-за этого приобрести гибридные автомобили в нашем государстве может небольшое число потребителей.

Решением этих проблем является создание условий наибольшего благоприятствования для покупателей подзаряжаемого транспорта на территории РФ.

Актуальность работы связана с потребностью покупателя в гибридном или полностью электрическом транспортном средстве.

Гибридный автомобиль – автомобиль, использующий для привода ведущих колёс более одного источника энергии [1].

Основной причиной начала производства легковых гибридов стал рыночный спрос на подобные автомобили, вызванный высокими ценами на нефть и постоянным ужесточением требований к экологичности автомобилей. Рост количества использования данного вида транспорта на дорогах РФ напрямую зависит от количества переоборудованных под данный транспорт заправочных станций как комбинированного типа, так и специализированных.

Был проведен анализ различных наиболее важных трасс в РФ.

Была проведена оценка примерной стоимости одной электрозаправки, которая составила порядка 2 млн рублей с мощностью выдаваемой энергии 5–9 кВт/час, которая обеспечивает время полной зарядки подзаряжаемого транспортного средства 7–8 часов, что не приемлемо при междугородних поездках. Поэтому на междугородних трассах необходимо устанавливать не «обычные» а скоростные заправки, или как их называют в народе «суперчарджи». При этом время зарядки уменьшится с 8 часов до 30 минут. Но данный способ имеет свои недостатки при эксплуатации аккумуляторов.

Если рассчитывать примерную стоимость переоборудования трасс для внедрения подзаряжаемого транспорта как стоимость одной электрозаправки умноженная на кол-во заправок, необходимое на данном участке дороги Санкт-Петербург – Вологда, то получим стоимость проекта равную 15 млн руб. Количество необходимых заправок – 5.

60 % современного загрязнения воздуха крупных городов приходится на автотранспорт (пробки, перенасыщенный трафик на нижних передачах). Подзаряжаемый транспорт выделяет минимальные выбросы вредных веществ. А на минимальных скоростях чаще всего работает только электропривод, что означает полное отсутствие выбросов.

Таким образом, использование подзаряжаемого транспорта существенно улучшит окружающую среду [2]. Необходимо создание специальных программ стимулирования, которые будут введены на государственном уровне. Те, кто приобретает гибридные автомобили, должны получать определенные льготы. Кроме того, мероприятия, отраженные в программах стимулирования, должны заключаться и в создании необходимой для полноценной эксплуатации гибридного автомобиля инфраструктуры. Другими словами, использова-

ние подзаряжаемого транспорта не должно вызывать каких-либо проблем, связанных исключительно с эксплуатацией.

1. Гибридный автомобиль. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B8%D0%B1%D1%80%D0%B8%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B9\\_%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%BB%D1%8C](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B8%D0%B1%D1%80%D0%B8%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%BB%D1%8C) (дата обращения: 6.04.2020) – Текст: электронный

2. Польза использования гибридных автомобилей для экологии. – URL: <https://bestlavka.ru/polza-ispolzovaniya-gibridnyh-avtomobilej-dlya-ehkologii/> (дата обращения- 6.04.2020) – Текст: электронный

## ИССЛЕДОВАНИЕ И МОДЕРНИЗАЦИЯ ГИДРОСИСТЕМЫ БУМАГОДЕЛАТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ

*М.Н. Шиян*

*В.Н. Колпаков, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В настоящее время целлюлозно-бумажная промышленность России является одной из ведущих отраслей лесного комплекса. При этом введенные в эксплуатацию в первой половине прошлого века предприятия ЦБП располагают устаревшим низкопроизводительным оборудованием с высокими затратами энергии, сырья, трудовых ресурсов. Замена старой бумагоделательной машины (БДМ) на новую требует больших затрат, а качество получаемой продукции во многих случаях является недостаточным для оправдания вложенных средств, поэтому актуальной задачей является модернизация БДМ.

Целью исследования является разработка технических решений по совершенствованию гидросистемы БДМ для повышения качества бумажного полотна. Научная новизна проведенного исследования заключается в обосновании конструктивных решений и выборе оптимальных параметров гидросистемы прессовой части БДМ, исходя из анализа контактного взаимодействия в зонах прессования.

Объектом исследования является бумагоделательная машина № 2 ООО «Сухонский КБК». Метод исследования заключается в анализе влияния различных факторов на качество бумажного полотна и разработка на основании этого предложений по совершенствованию БДМ.

Качество бумажного полотна, производительность и надежность работы БДМ в значительной степени определяется эффективностью работы прессовой части БДМ [1]. Основное назначение прессовой части состоит в механическом обезвоживании полотна бумаги с получением заданных физико-

механических свойств и обеспечение равномерной влажности полотна по ширине. В существующей машине применяются вальцовые прессы, которые на сегодняшний день являются недостаточно эффективными (сухость после прессовой части составляет 44–45 %).

С увеличением скорости машин возникла необходимость в существенном увеличении продолжительности прессования. Эту проблему можно решить, применяя прессы башмачного типа с увеличенной зоной прессования. В связи с этим предлагается внести изменения в конструкцию прессовой части и гидросистему БДМ.

Одним из основных параметров, определяющим эффективность прессования бумаги, является ширина площадки контакта прессовых валов. Моделирование работы прессовой части и экспериментальные исследования, проведенные М.В. Колычевым [2], показали, что для увеличения ширины площадки контакта необходимо увеличивать усилие прижима. В нашем случае прессовая часть состоит из комби-пресса (трехвального), состоящего из пересасывающего вала и двух гладких прессовых валов, обеспечивающего съём полотна с сеточной части и безобрывную проводку бумажного полотна через два прессовых захвата, а также двухвального пресса усиленного давления (200 кН/м) с обрезиненными валами и «глухой» перфорацией. Предлагается заменить второй пресс на современный пресс башмачного типа с увеличенной зоной прессования до 250–300 мм и с рабочим давлением в захвате 1100 кН/м. С учетом этого произведены расчеты и выбор параметров и элементов гидросистемы прессовой части БДМ.

В результате проведенного исследования выявлены основные факторы, влияющие на эффективность обезвоживания волокнистой суспензии в прессовой части, определены направления совершенствования БДМ, разработаны технические решения и определены оптимальные параметры гидросистемы прессовой части, которые позволят увеличить сухость бумажного полотна после прессовой части до 50–51 % и за счет этого уменьшить расход греющего пара в сушильной части. Известно, что увеличение сухости в прессовой части на 1 % позволяет уменьшить расход греющего пара сушильной части на 5 % или, соответственно, уменьшить количество сушильных цилиндров в ней на 5 %.

1. Куров, В. С. Бумагоделательные и картоноделательные машины / В. С. Куров, Н. Н. Кокушин; под ред. В. С. Курова. – 2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург : Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – 598 с.

2. Колычев, М. В. Совершенствование контактного взаимодействия в зонах прессования для повышения эффективности работы прессовых частей бумагоделательных машин: диссерт. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук / М.В. Колычев. – Санкт-Петербург : СПбГТУ РП, 2015. – 154 с.

## ЗАВИСИМОСТЬ ТЕМПЕРАТУРЫ ПЕРЕГРЕВА ОБМОТКИ ТРАНСФОРМАТОРА ОТ КОЭФФИЦИЕНТА ЗАГРУЗКИ

*А.Н. Алимова*

*Е.И. Грачева, научный руководитель, д-р техн. наук, профессор*

Казанский государственный энергетический университет

г. Казань

Начальный перегрев  $\theta_0$  в момент времени  $t = 0$  меняется в зависимости от нагрузки трансформатора в предыдущее время.

Установившаяся температура среднего нагрева обмотки [1]:

$$\theta_{\text{ср.к}} = \theta_{\text{о.с.экв}} + \theta_{\text{об.ср.к}} \quad (1)$$

Перегрев обмотки относительно температуры воздуха  $\theta_{\text{об.ср.к}}$  равен сумме перегревов обмотки относительно масла  $\theta_{\text{об.ср.м}}$  и перегрева масла относительно воздуха  $\theta_{\text{м.ср}}$ :

$$\theta_{\text{об.ср.к}} = \theta_{\text{об.ср.м.к}} + \theta_{\text{м.ср.к}} \quad (2)$$

Таблица

**Температура конечных перегревов в обмотке трансформатора**

$K_3$	Максимальная температура масла в верхних слоях, °С	Средняя температура наиболее нагретой точки, °С	Максимальная температура наиболее нагретой точки, °С
0,2	0,952	2,932	2,932
0,4	6,259	12,254	12,26
0,6	14,697	26,165	26,179
0,8	25,994	44,16	44,187
1,0	39,956	65,915	65,956
1,2	56,448	91,196	91,255
1,4	75,366	119,829	119,909
1,6	96,627	151,677	151,78
1,8	120,164	186,627	186,754
2,0	145,921	224,583	224,738

В таблице приведены зависимости конечных перегревов от коэффициента загрузки, воспользовавшись которыми можно рассчитать зависимости установившейся температуры нагрева обмотки  $\theta_{\text{об.ср.к}}$  трансформатора от коэффициента загрузки  $K_3$ .

Номинальная температура средней по сопротивлению температуры обмотки  $\theta_{\text{об.ср}} = 85$  °С, следовательно, при  $K_3 > 1$  имеет место превышение конечного нагрева относительно допустимого значения [2].

Отметим, что конечный перегрев наступает, если соответствующая нагрузка существует период времени, больший  $3T_0$ , то есть при длительности

$t > 3 \cdot 2,5 = 7,5$  час. Если нагрузка трансформатора отлична от номинальной, то установившиеся (конечные) перегревы  $\theta_k$  обмоток и масла определяются по формулам, полученным по экспериментальным зависимостям из литературных источников и приведенным в таблице.

При длительности существования какого-либо значения нагрузки  $t = 1$  час, при  $T_0 = 2,5$  час, перегрев в конце часа:

$$\theta_{\text{м.верх.сл.мах}} = \theta_0 \cdot e^{-\frac{1}{2,5}} + (31,783K_3^2 + 10,61K_3 - 2,442) \left( 1 - e^{-\frac{1}{2,5}} \right), \quad (3)$$

$$\theta_{\text{наиб.нагр.мах}} = \theta_0 \cdot e^{-\frac{1}{2,5}} + (44,446K_3^2 + 25,445K_3 - 3,935) \left( 1 - e^{-\frac{1}{2,5}} \right). \quad (4)$$

Таким образом, разработана методика определения температуры перегревов и нагревов элементов частей трансформаторов в конце любого периода времени постоянной нагрузки при  $t < T_0$  в зависимости от коэффициента загрузки трансформатора и условий охлаждающей среды.

1. Дынькин, Б. Е. Использование перегрузочной способности трансформаторов в условиях резко переменной нагрузки. // Транспорт: наука, образование, производство. Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. Ростов-на-Дону : Изд-во: РГУПС, 2017. – С. 97–101.

2. Левцев, А. П. Проблемы и пути реализации энергосберегающих проектов, дающих наибольший эффект / А. П. Левцев, В. Ю. Ш. Ауджаеави, О. А. Кручинкина // Регионология. – 2015. – № 3 (92). – С. 79–86.

## ВОЗДЕЙСТВИЕ ИМПУЛЬСНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ УСТРОЙСТВА

**В.О. Алябьев**

*Д.С. Шишигин, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

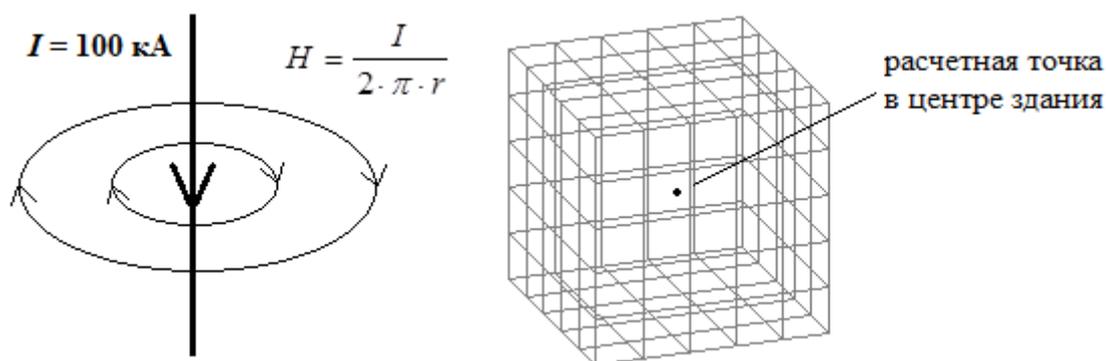
Современные электрические подстанции, а также реконструируемые объекты комплектуются микропроцессорными (МП) защитными устройствами, которые имеют широкие функциональные возможности и ряд других преимуществ перед электромеханическими устройствами. Однако МП устройства обладают одним существенным недостатком – цифровая аппарату-

ра чувствительна к воздействию электромагнитных помех. Наиболее опасными источниками помех являются молниевые разряды, особенно при размещении цифровой аппаратуры в непосредственной близости от элементов системы молниезащиты электрических подстанций (ПС). Поэтому согласно СТО 56947007-29.240.044-2010 (далее СТО-2010), требуется разработка обоснованных технических решений по обеспечению электромагнитной совместимости (ЭМС).

Наиболее эффективным вариантом решения проблемы защиты МП аппаратуры от воздействия импульсных электромагнитных полей является экранирование. Могут использоваться как специальные экранирующие шкафы, так и экранирование собственно помещений или зданий с МП аппаратурой. Стены здания, стенки шкафов МП аппаратуры несут существенную экранирующую функцию, которая характеризуется коэффициентами экранирования.

**Целью работы** является анализ действующей методики СТО-2010 расчета импульсных магнитных полей при ударах молний и ее уточнение с использованием численных расчетов.

**Результаты.** Инженерный подход к решению задачи заключается в использовании закона полного тока (рис.).



*Рис. Канал молнии с током  $I = 100$  кА и создаваемое этим током магнитное поле  $H$ , расчетная точка в центре здания  $10 \times 10 \times 10$  м на расстоянии 50 м от канала молнии*

Данный способ прост, однако он не позволяет учесть влияние металлоконструкций зданий, которые играют роль электромагнитного экрана. Расчет импульсных магнитных полей с учетом экранирования является сложной задачей, поэтому для инженерных расчетов стандарт СТО-2010 допускает приблизительное решение. Величина магнитного поля, рассчитанная без учета экрана, делится на некоторый коэффициент экранирования, установленный стандартом для разных типов стен здания. Например, здание с металлическим каркасом на частоте 25 кГц обладает коэффициентом экранирования 10.

Но и данный способ не является точным, поскольку не учитывает таких важных параметров, как материал и размер экрана [1]. Только численные рас-

четы позволяют адекватно рассчитать импульсное магнитное поле с учетом электромагнитного экранирования.

Выполним расчет магнитного поля в центре здания при близком ударе молнии. Модель представлена на рисунке. Зададим ток молнии  $I = 100$  кА, расстояние до центра здания  $r = 50$  м. Выполним расчет по закону полного тока

$$H = \frac{I}{2 \cdot \pi \cdot r} = \frac{100000}{2 \cdot \pi \cdot 50} = 318.3 \text{ А/м.}$$

Закон полного тока не учитывает длину канала молнии, считая ее бесконечно длинной (рис.). Пусть длина канала молнии 50 м. Считаем, что молния «бьет» в землю. Воспользуемся законом Био-Савара-Лапласа, чтобы уточнить напряженность поля внутри здания. Расчетная точка находится на уровне  $Z = 5$  м от уровня земли. Углы между концами канала молнии и направлениями на расчетную точку составляют  $\alpha_1 = 48^\circ$  и  $\alpha_2 = 84,3^\circ$ .

Тогда напряженность магнитного поля

$$H = \frac{I}{4 \cdot \pi \cdot r} \cdot (\cos \alpha_1 + \cos \alpha_2) = \frac{100000}{4 \cdot \pi \cdot 50} \cdot (\cos 48^\circ + \cos 84,3^\circ) = 122.3 \text{ А/м.}$$

Численный расчет по программе ЗУМ дает значение 122 А/м, что совпадает с расчетом по формуле Био-Савара-Лапласа.

Добавим металлический сеточный экран размерами  $10 \times 10 \times 10$  м (размер ячейки  $L = 2$  м), моделирующий арматуру стен здания (как на рисунке). Выполним численный расчет. Напряженность получилась 55,7 А/м. Коэффициент экранирования такого экрана можно оценить как  $K = 122/55,7 = 2,2$ .

Таким образом, рассчитана напряженность магнитного поля, создаваемая током молнии с учетом сеточного электромагнитного экрана. Формула Био-Савара-Лапласа может быть использована для оценочных расчетов с одиночным молниеотводом без учета экранирования. Закон полного тока приводит к наибольшей погрешности, его применение в данных задачах нецелесообразно.

1. Шишигин, Д. Расчет магнитного поля сеточного экрана при ударах молнии в цепных моделях частотным методом / Д. С. Шишигин, С. Л. Шишигин, Н. В. Коровкин // Вестник ИГЭУ. – 2018. – №. 1. – С. 49–58.

## МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ПОЛИТИКИ

*С.Д. Ананьева*

*Г.А. Кичигина, научный руководитель, канд. экон. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

В настоящее время по программе развития электроэнергетики до 2030 года актуальным вопросом является внедрение энергосберегающих мероприятий во всех сферах жизнедеятельности [1]. Во многих образовательных учреждениях осваивается программа по энергосбережению, которая включает применение инновационного оборудования и новейших энерготехнологий, позволяющих снизить затраты на тепло- и электроэнергию. Поэтому актуальной задачей является проведение исследований по разработке энергосберегающих мероприятий в Вологодском государственном университете.

Целью проводимого исследования является формирование энергопаспорта образовательного учреждения, в рамках которого будет решен ряд задач [2]:

- проанализирована и оценена энергетическая эффективность физических показателей помещений на данный момент времени;
- разработаны мероприятия, снижающие потребление энергетических ресурсов;
- сформирована оптимизированная структура энергозатрат университета.

Для разработки программы энергосберегающей политики необходимы данные технических паспортов помещений и оборудования, а также метрологическое обеспечение процесса потребления энергоресурсов. Это позволит ответить на поставленные вопросы и оценить полученные результаты. В качестве метрологических инструментов в ходе исследования используются люксметры, тепловизоры, дальнометры и другие измерительные приборы.

Для измерения фактической освещенности окружающего пространства используем люксметр. Замеры уровня освещенности производим в определенных точках на рабочей поверхности. На основании полученных данных производим оценку уровня освещенности рабочих мест, сопоставляя её с нормами ГОСТ Р 55710-2013. В ходе работы были проанализированы ряд люксметров для выполнения замеров. В таблице 1 представлены наиболее распространенные приборы.

Для предварительного обследования аудиторий оптимальным по соотношению цена-потребительские свойства является люксметр СУМ-DT-1308. В дальнейших исследованиях, в учебных аудиториях и кабинетах с недостатком света будут предложены мероприятия по усовершенствованию искусственного освещения, а в помещениях с превышением допустимых норм – мероприятия по электросбережению.

Таблица 1

**Подборка люксметров**

Модель	Страна, завод изготовитель	Сост. в ГРСИ РФ	Поверка	Диапазон измер-й, Лк	Предел допускаемой погрешности измерения	Срок службы	Цена, руб.
ТКА-ЛЮКС	г. С.-Петербург	да	да	1-200000	+ - 6 %	1 год	13500
СЕМ-DT-1308	Китай	нет	нет	1-400000	+ -5 %(+10)	1 год	5600

Тепловизор позволит на основании анализа теплового (инфракрасного) излучения окружающих объектов измерить температуру в любой точке на поверхности учебных корпусов и общежитий университета. В процессе тепловизионной диагностики с помощью прибора выявим места с аномальным отклонением температур. Это даст возможность поиска неисправностей строительных объектов, оборудования и электрики, проверки качества строительно-монтажных работ, обнаружения скрытых дефектов и многого другого. Был проведен анализ ряда тепловизоров. Несколько примеров представлены в таблице 2.

Таблица 2

**Подборка тепловизоров**

Модель	Страна, завод изготовитель	Сост. в ГРСИ РФ	Макс. измеряемая температура, С	Разрешение дисплея	Цена, руб.
Testo 865	Москва	да	280	320×240	75 000
Testo 875-2i	Москва	да	350	320×240	275 000

Для анализа учебных корпусов выбирается тепловизор марки Testo 875-2i. В процессе полученных данных будут предложены мероприятия по решению неисправностей, таких как нормализация температурного режима в помещениях, улучшение регулировки систем отопления и многое другое.

Комплексное метрологическое обследование Вологодского государственного университета необходимо для увеличения энергоэффективности помещений и уменьшения затрат на потребление тепло- и электроэнергии, которые в структуре затрат занимают значительный объем. На основе собранных данных в результате проводимого исследования выявлены оптимальные инструменты для проведения эффективной энергосберегающей политики.

1. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года. – введен 13.11.2009 – Москва, 2011.

2. Приказ Минэнерго России от 30.06.2014 № 400 «Об утверждении требований к проведению энергетического обследования и его результатам и правил направления копий энергетического паспорта, составленного по результатам обязательного энергетического обследования». – введен 30.06.2014 – Москва, 2014.

## МАЛАЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА В СОСТАВЕ КОМПЛЕКСНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

*А.А. Артёмчик, А.И. Чуприк*

*С.П. Гатилло, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Белорусский национальный технический университет

г. Минск

В последние десятилетия во всем мире мира повысился интерес к освоению возобновляемых энергоресурсов. К ним относятся, безусловно, гидравлическая энергия и ветровая энергия. К проблемам, которые не способствуют развитию этих направлений возобновляемой энергетики, относится непредсказуемость выработки электроэнергии во времени. При большой удельной доле такой энергии в энергосистеме последней выдвигается требование участия таких электростанций в регулировании мощности. Это означает, что электростанции на возобновляемых источниках энергии должны будут точно прогнозировать свой мощностной график работы, что для них крайне сложно и может привести к простоям и недоиспользованию природных источников энергии.

Объектом исследования является комплексная электростанция, в состав которой входят малая ГЭС или ГЭС-ГАЭС установленной мощностью порядка нескольких десятков мегаватт, расположенная на гидроузле с водохранилищем, а также ряд ветроэнергетических установок единичной мощностью несколько мегаватт каждая.

Цель работы – разработка методики расчета совместной работы на энергосистему ГЭС или ГЭС-ГАЭС и ряда ВЭУ с использованием ГЭС-ГАЭС в качестве аккумулятора электроэнергии, вырабатываемой на ВЭУ, и определение для конкретного случая возможного количества ВЭУ и состава основного гидроэнергетического оборудования на ГЭС-ГАЭС, то есть требуемого количества гидротурбин и обратимых гидромашин.

В процессе работы для конкретных условий определена возможная установленная мощность ГЭС [1] и располагаемый ветроэнергетический потенциал ВЭУ [2].

Определено количество гидротурбин на гидроэлектростанции, которые будут работать на бытовом стоке реки и количество обратимых гидромашин, которые будут закачивать воду в верхний бьеф и сбрасывать ее, с получением электроэнергии в периоды ее выдачи в энергосистему.

Например, для декабря рассматриваемого года исходными для расчетов приняты данные, представленные на рисунке 1.

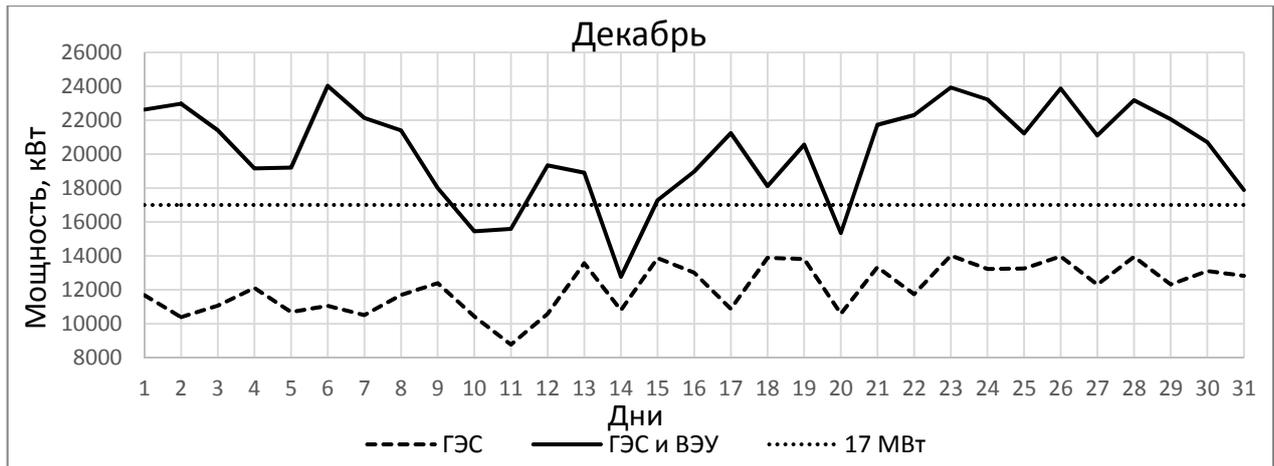


Рис. 1. Графики изменения располагаемых мощностей от ГЭС и ГЭС с ВЭУ

С учетом возможных гидро- и ветроэнергетических потенциалов и для конкретных данных по наблюдавшимся в течение одного и того же периода времени расходам воды в реке и скоростям ветра построены возможные мощностные графики совместной работы ГЭС и ВЭУ и ГЭС-ГАЭС и ВЭУ. С учетом допустимой величины колебания уровней воды в водохранилище ГЭС-ГАЭС определено количество ВЭУ рассматриваемой мощности, которые смогут передавать вырабатываемую энергию на ГЭС-ГАЭС и аккумулировать ее там в виде объема воды, перекачиваемого из нижнего бьефа в водохранилище.

Например, для комплексной электростанции в составе ГЭС-ГАЭС и ВЭУ колебания уровня верхнего бьефа водохранилища составят 2,0 метра, результаты расчетов показаны на рисунке 2.

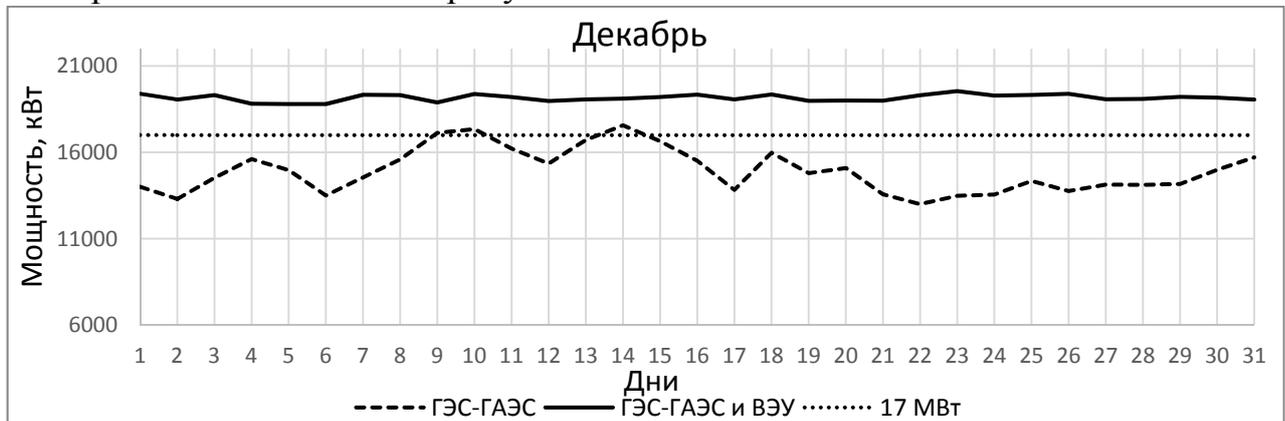


Рис. 2. Графики изменения располагаемых мощностей для комплексной электростанции в составе ГЭС-ГАЭС и ВЭУ и для ГЭС

1. Технический кодекс установившейся практики: ТКП 45-3.04-299-2014. Малые ГЭС. Правила проектирования. – Минск, 2014. – 56 с.

2. Технический кодекс установившейся практики: ТКП 17.10-39-2012. Порядок оценки ветроэнергетического потенциала при размещении ветроэнергетических установок на территории Республики Беларусь. – Минск, 2012. – 16 с.

## ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАБОТЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПОДСТАНЦИЙ

*Е.П. Балашов*

*Л.Е. Старкова, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

На сегодняшний день в стране принята стратегия перехода на цифровые подстанции. Цифровая подстанция (ЦПС) – это подстанция с высоким уровнем автоматизации, в которой практически все процессы информационного обмена между элементами ПС, а также управление работой ПС осуществляются в цифровом виде на основе стандарта МЭК 61850.

Актуальность работы – выполнение государственной программы Российской Федерации «Программа инновационного развития ПАО «Россети» на период 2016–2020 г. с перспективой до 2030 г.».

Цель работы заключалась в проведении оценки целесообразности строительства новой цифровой подстанции взамен существующей работоспособной подстанции, разработке автоматизированной системе контроля состояния электрооборудования подстанции, разработке критериев целесообразности внедрения цифровых технологий на существующих работоспособных подстанциях.

Задачей решения являлось:

- оценить затраты на обслуживание электрооборудования на работоспособной подстанции;
- определить критерии целесообразности замены оборудования на существующей подстанции;
- обобщить информацию по старению оборудования;
- разработать структурную схему управления работоспособностью электрооборудования подстанции.

Объектом исследований была выбрана подстанция 220/110/35 кВ и ее оборудование.

Предмет исследований – работоспособность оборудования ПС.

Замена работающих подстанций на цифровые подстанции требует большой объем инвестиций и равноценна строительству новой дорогой подстанции, так как к электротехническому оборудованию предъявляются дополнительные требования на основе стандарта МЭК 61850.

С учетом предъявляемых требований к ЦПТ и объемом инвестиций в строительство, переход от традиционных подстанций к ЦПТ будет происходить поэтапно. В первую очередь реконструкции должны быть подвергнуты подстанции, исчерпавшие свой ресурс.

Для оценки технического состояния оборудования подстанции необходим непрерывный мониторинг, что позволит выявить зарождающиеся дефекты и принять меры по их дальнейшему развитию.

Разработана структурная схема автоматизированной системы учета информации о работоспособности электрооборудования и система управления работой оборудования на основе оценки риск-ориентированного состояния оборудования.

Наиболее подробно в работе рассматриваются трансформаторы и автотрансформаторы, определяющие работоспособность подстанции. Трансформатор представляется как система, состоящая из отдельных узлов. На работоспособность трансформатора, кроме технического состояния отдельных его узлов, значительное влияние оказывает его загрузка, превышение напряжения сверх номинала [1], старение масляной изоляции и многие другие факторы, учитываемые в работе. Аналогичным образом должны учитываться множественные факторы для другого оборудования подстанции.

Правильная оценка состояния электрооборудования позволяет принять управленческое решение о целесообразности его дальнейшей эксплуатации или замене.

Метод определения величины технического риска, соответствующего уровню технического состояния электрооборудования, представляет собой совокупность таблично-логического и аналитического методов. Он основан на определении значения ИТСУ – индекса технического состояния функционального узла единицы основного технологического оборудования, рассчитываемого на момент проведения расчета вероятности отказа.

Для оценки технического состояния оборудования принята бальная шкала параметров технического состояния функциональных узлов в пределах от 0 до 4.

В работе рассмотрены варианты сбора и передачи информации в автоматизированную систему управления работой оборудования. Выполнен расчет индексов технического состояния электрооборудования и расчет срока окупаемости затрат в случаях: строительства новой цифровой подстанции, замены ранее установленных трансформаторов на новые трансформаторы и эксплуатации ранее установленных трансформаторов с проведением капитальных ремонтов.

Для рассматриваемой ПС, имеющей большой срок эксплуатации, как показали расчеты, экономически целесообразно производить своевременные замены старого оборудования на новое. Несмотря на то, что срок окупаемости нового оборудования выше, чем окупаемость затрат при ремонтах ранее установленного оборудования, в первом случае имеет место уменьшение потерь электроэнергии, уменьшается риск выхода оборудования из строя, снижаются затраты на ежегодное обслуживание, что приводит к росту дохода от работы подстанции.

1. Старкова, Л. Е. Качество электрической энергии учебное пособие / Л. Е. Старкова; М-во обр. и науки РФ, Вологод. гос. ун-т. – Вологда : ВоГУ, 2015. – 87 с.

## АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЕТ УСТАНОВИВШЕГОСЯ РЕЖИМА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ

*Е.А. Башарина*

*В.А. Бабарушкин, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Столкнувшись в одной из своих работ с проблемой анализа установившегося режима электроэнергетической системы и методами ее расчета, я увидела, что решений достаточно много, но они сложны и трудоемки. Мне хотелось упростить свою задачу, выполнить ее верно и в кратчайшие сроки, так как именно это сейчас актуально на рынке труда. Раньше я уже работала с Online Electric и в этот раз тоже им воспользовалась. Онлайн электрик – это система автоматизации решения электротехнических задач, возникающих при проектировании, монтаже, оптимизации и эксплуатации систем электроснабжения [1]. Новизна состоит в том, что все находится у тебя под рукой, в легкой доступности, не нужно использовать книги и проводить долгие расчеты от руки.

Анализ нормального режима системы электроснабжения необходим для определения потерь напряжения в конце линии и принятия мер по уменьшению этих потерь, если они превышают допустимые показатели. Для расчета потерь напряжения мы уже выбрали тип, длину и сечение проводников. Для расчетной схемы электрической системы составляется схема замещения в нормальном и послеаварийном режимах. Объектом исследования является цех завода. Забив все необходимые данные в программу, мы получаем результаты в виде таблиц, а также изображение графов.

Таблица 1

### Результаты расчета потерь напряжения в нормальном режиме

Номер узла	$U_{\text{ном}}, \text{В}$	Схема 1		Схема 2	
		$U_{\text{д}}, \text{В}$	Отклонение, %	$U_{\text{д}}, \text{В}$	Отклонение, %
1	10	10,5	5	10,5	5
2	10	10,49	4,94	10,49	4,92
3	0,38	0,41	8,21	0,41	7,77
4	0,38	0,41	7,4	0,41	6,96
5	0,38	0,41	8,12	0,41	7,62
6	0,38	0,41	8,07	0,41	6,91
7	0,38	0,41	7,64	0,41	7,33
8	0,38	0,41	8,07	0,4	6,54
9	0,38	–	–	0,4	5,93

Таблица 2

**Результаты расчета потерь напряжения в послеаварийном режиме**

Номер узла	$U_{\text{ном}}, \text{В}$	$U_{\text{д}}, \text{В}$	Отклонение, %
1	10	10,5	5
2	10	10,49	4,85
3	0,38	0,4	5,17
4	0,38	0,4	4,34
5	0,38	0,4	4,93
6	0,38	0,4	4,34
7	0,38	0,4	4,87
8	0,38	0,4	4,42
9	0,38	0,4	4,82
10	0,38	0,4	4,2
11	0,38	0,4	4,63
12	0,38	0,39	3,82
13	0,38	0,39	3,19

В соответствии с [2], допустимая потеря напряжения не должна быть больше 10 % от номинального. По результатам расчета видно, что отклонение напряжения не превышает допустимые значения. Нет необходимости в использовании специальных средств регулирования напряжения. Это программное обеспечение также показывает в виде графов, как нагружены ваши линии: когда все верно, то линии голубого цвета, если же они будут перегружены, то линии на графе станут красного цвета.

С помощью данного комплекса можно решать массу задач, таких как: расчет параметров электроприемников и электрических нагрузок, расчет электрического освещения, графики электрических нагрузок, выбор места расположения источников питания, расчет параметров источников питания, выбор количества и мощности силовых трансформаторов, компенсация реактивной мощности, выбор и проверка сечения проводников и кабелей и т.д.

1. Алюнов, А. Н. Онлайн Электрик: Интерактивные расчеты систем электроснабжения / А. Н. Алюнов. – Режим доступа: <https://online-electric.ru>.

2. Правила устройства электроустановок / Министерство энергетики Российской Федерации. – 7-е издание. – Москва : КНОРУС, 2010. – 488 с.

## ТОКИ В ЭКРАНЕ И ВЫБОР СИЛОВОГО КАБЕЛЯ

*С.Н. Беликов*

*В.Е. Мещеряков, научный руководитель, канд. техн. наук*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Экран силового кабеля выполняется из металлических проволок или/и ленты. Его применение обусловлено высоким напряжением жилы кабеля в сетях от 6 кВ и выше.

На главную изоляцию (изоляция «жила-экран») силовых кабелей воздействует неравномерное электрическое поле. Поэтому основной целью использования экрана является выравнивание электрического поля вокруг кабеля. Для выполнения своих функций кабель должен быть заземлен, как правило, заземление делают двухсторонним – по концам однофазного или трехфазного кабеля. Однако при проектировании заземляющие устройства, при наличии достаточных оснований, может быть и другая конфигурация схем соединений и заземления, которые влияют на токи и напряжения в экранах.

Данные параметры обусловлены конструкцией кабелей и не зависят от материала изоляции. Оболочка кабеля, иначе изоляция экрана, предотвращает попадание влаги внутрь.

Из всего вышесказанного следует вывод, что при использовании кабелей, а в настоящее время чаще всего применяются кабели однофазного исполнения в классах среднего и высокого напряжения, необходимо предъявлять особое внимание к выбору способа соединения и заземления экранов и проводить соответствующие обосновывающие расчеты.

Выделим, на какие параметры влияет способ заземления и соединения экранов однофазных кабелей 6–500 кВ:

- значение тока экрана (в результате неправильно выбранного заземления возможно повреждение кабеля);
- повышение напряжения на экране относительно земли (уменьшается надежность работы кабеля и безопасность его обслуживания);
- увеличение электрических потерь (снижается пропускная способность, ухудшается тепловой режим);
- изменение главных электрических параметров кабеля (продольные активное и индуктивное сопротивления)[2].

Для снижения токов в экранах однофазных силовых кабелей применяют различные методы. Они могут носить значительный и радикальный характер. Например, к способам некоторого уменьшения токов в экранах можно отнести:

- предельно допустимо минимизировать сечения кабелей;
- прокладку кабелей осуществлять вплотную друг к другу, иначе сомкнутым треугольником.

К радикальным способам снижения токов в экранах относятся:

- замена однофазных кабелей на трехфазные;
- частичное разземление экранов (разрыв экранных контуров);
- транспозиция экранов.

При проектировании кабельных линий в качестве исходных данных обычно известны место размещения (под или над землей будет уложен кабель), а также класс напряжения. Для выбора подходящего кабеля необходимо рассчитать сечение жилы и экрана, определить треугольником или в плоскости будут прокладываться линии. Необходимо учесть способ соединения и заземления.

Выбор производится в следующем порядке:

- 1) выбор сечения экрана;
- 2) выбор способа прокладки;
- 3) выбор сечения жилы совместно со способом заземления экранов.

Сечение экрана должно соответствовать токам короткого замыкания и времени их протекания. Для определения сечения экрана следует пользоваться зависимостями сечений от величины односекундного тока короткого замыкания. Подобная информация указывается в каталогах производителей силовых кабелей. В иных ситуациях допустимо пользоваться следующим неравенством:

$$F_{\text{Э}} \geq \frac{I_K}{A_{\text{Э}}} \cdot \sqrt{t_K},$$

где  $A_{\text{Э}}$  – коэффициент пропорциональности, зависящий от конструкции кабеля и использованных материалов;

$F_{\text{Э}}$  – сечение кабеля,  $\text{мм}^2$ ;

$I_K$  – ток короткого замыкания,  $\text{kA}$ ;

$t_K$  – время протекания тока короткого замыкания,  $\text{с}$ .

Выбор сечения жилы неразрывно связан с выбором способа заземления экранов, в качестве которого, прежде всего, рассматриваются двустороннее заземление экранов, одностороннее заземление экранов, один или два полных цикла транспозиции экранов.

1. Дмитриев, М. В. Заземление экранов однофазных силовых кабелей 6–500 кВ. – Санкт-Петербург: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – 154 с.

2. СТО 56947007-29.060.20.103-2011. Стандарт организации. Силовые кабели. Методика расчета устройств заземления экранов, защиты от перенапряжений изоляции силовых кабелей на напряжение 110–500 кВ с изоляцией из сшитого полиэтилена: утв. приказом ОАО «ФСК ЕЭС». – Введ. 11.10.2011 № 618. – Москва: 2011. – 32 с.

## ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ БИОЭНЕРГЕТИКИ В ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

*В.А. Белозерова*

*В.А. Бабарушкин, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Технология производства биогаза впервые была использована в странах с теплым климатом. Так, первая биогазовая установка была построена в Бомбее, Индия, в 1859 г., затем в 1895 году установки появились в Великобритании и использовались в основном для освещения улиц.

На сегодняшний день ведущее место в мире по производству биогаза занимает Китай, в котором функционирует более 20 млн установок, – с их помощью обеспечивается энергией около 30 % потребителей [1]. На втором месте находится Индия, в которой функционирует свыше 1 млн установок. Также большое количество биогаза производится в США, Германии, Японии, Швеции и других странах.

В настоящее время в России действующих биогазовых электростанций считанные единицы, несмотря на благоприятную среду для получения биогаза (биомасса составляет до 14–15 млрд т в год). Первая установка была запущена в 2009 году в д. Дошино Калужской области.

В данный момент в Вологодской области нет действующих биогазовых электростанций, хотя ежегодно образуются около 963,3 т отходов растительного происхождения и 230 млн т отходов животноводства, которые можно переработать и получить тепло- и электроэнергию.

Перспективы развития биоэнергетики рассмотрим на примере животноводческого комплекса на 400 голов крупного рогатого скота, находящегося в Тотемском районе. Комплекс оснащен оборудованием: титан, водяной насос, транспортер горизонтальный и навозная пушка. Потребность в электроэнергии животноводческого комплекса составляет 40 кВт.

Был произведен расчет параметров и выбор оборудования для биогазовой установки. По формулам из [2] рассчитан суточный выход навоза с учетом содержаемого прочих примесей, который составил 22,4 т/сут. Ежегодно данный животноводческий комплекс образует 4 тыс. т навоза.

По рассчитанным параметрам для данного животноводческого комплекса выбрана биогазовая установка типа «КОБОС-1».

Блочно-модульная установка «КОБОС-1» с непрерывной загрузкой сырья состоит из двух металлических биореакторов горизонтального исполнения с системой отбора газа и объемом 125 м<sup>3</sup>, измельчителя, фекальных и винтовых насосов, подогревателя, фиксированного газгольдера, компрессора, также систем обеспечивающих подготовку, транспортировку, сбраживания навоза,

отвода и сбора биогаза и управлением процесса производства тепло- и электроэнергии.

Основные технические характеристики установки «КОБОС-1» представлены в таблице 1.

Таблица 1

### Технические характеристики установки «КОБОС-1»

Суточная переработка биомассы до, т/сут	30
Производительность по биогазу, м <sup>3</sup> /сут	500
Рабочая температура, °С	30–55
Вырабатываемая мощность установки, кВт	50,6
Потребляемая мощность на собственные нужды, кВт	5

Как видно из технических характеристик установки, вырабатываемой энергии хватит для автономного существования данного животноводческого комплекса.

Стоимость «КОБОС-1» на данный момент составляет 1,8 млн руб. В таблице 2 представлена выгода и срок окупаемости биогазовой установки.

Таблица 2

### Выгода и окупаемость биогазовой установки

Переработка сырья, т/год	4800
Выработка биогаза в год, м <sup>3</sup>	237600
Стоимость биогаза в год (6,83 руб. за м <sup>3</sup> )	1622800
Выработка электроэнергии, кВт/ч в год	876000
Выработка теплоэнергии, кВт/ч в год	1138800
Количество биоудобрений в год, т	1248
Выручка от продажи биоудобрений за год (500 руб. за 1 т)	624000
Выгоды за год, руб.	2246800
Срок окупаемости, месяц	5

Главное преимущество биогаза, по сравнению с прочими видами возобновляемых источников энергии и традиционными энергоносителями, – это доступность сырья, отсутствие топливных затрат. А так как в Вологодской области сельхозугодия занимают около 10 % территории, можно сказать, что биоэнергетика будет перспективным направлением для получения тепло- и электроэнергии.

1. studwood.ru: учебные материалы онлайн: сайт. – Москва, 2017 – 2020. – URL: <https://studwood.ru> (дата обращения 23.03.2020). – Режим доступа для зарегистрированных пользователей. – Текст: электронный.

2. Амерханов, Р. А. Проектирование систем теплоснабжения сельского хозяйства: учебник для студентов вузов по агроинженерным специальностям / Р. А. Амерханов, Б. Х. Драганов. – Краснодар, 2001. – 200 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ ПРИ ИЗОЛИРОВАННОЙ И РЕЗИСТИВНОЙ НЕЙТРАЛИ

*С.М. Белых*

*О.С. Вяткина, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В настоящее время при реконструкциях существующих, а также создании новых подстанций среднего напряжения на момент электротехнических решений возникает острый вопрос о режиме заземления нейтрали. Правила устройства электроустановок, в свою очередь, не дают четких предписаний о применении режимов заземления в сетях 6–35 кВ. Когда суммарный емкостной ток превышает определенное значение, то необходима его компенсация путем установки дугогасительного реактора (катушки Петерсона), если нет – нейтраль может быть изолированной. Также, пункт ПУЭ 1.2.16 указывает на возможность применения в Российской Федерации резистивного заземления [1].

В зависимости от типа заземления сети меняются особенности протекания электрических явлений. Это сказывается на стоимости изоляции линий и оборудования, заземляющих устройств и тп. Эти явления также воздействуют и на режимы работы подстанций, исходя из чего вытекают особенности построения релейной защиты и автоматики.

Главной изменяющейся характеристикой в зависимости от типа нейтрали в электрических сетях 6–35 кВ является однофазное замыкание на землю. Разность значения его величин влияет на возможность выявления замыкания на землю релейной защитой, а также особенностью ее работы, т.е. воздействием на сигнал или отключение.

В сетях с изолированной нейтралью, в большинстве случаев, достаточно применения действия релейной защиты на сигнал, исключением могут быть сети с повышенной электробезопасностью: шахты, места торфяных разработок и т.п.

Действие релейной защиты в сетях с нейтралью заземленной через высокоомный резистор практически не отличается, т.к. значение емкостного суммарного тока примерно тоже. Однако такой режим заземления позволяет не применять специальные устройства, предназначенные для защиты трансформаторов напряжения от феррорезонанса.

Сеть с низкоомным заземлением нейтрали характеризуется достаточно высоким значением тока однофазного замыкания, поэтому в большинстве случаев чувствительной оказывается простая токовая защита.

Объектом исследования стало формирование релейной защиты на ПС Заборье 110/35/10. Расчет токов коротких замыканий и замыканий на землю производился в программных комплексах «Power Factory» и «EnergyTKZ». Ре-

зультаты проектирования релейной защиты на подстанции с различным режимом заземления нейтрали можно представить в таблице.

Таблица

### Особенности релейной защиты от ОЗЗ

Название устройства	Производитель	Режим заземления	Преимущество	Недостаток
Устройство контроля изоляции	–	Все	Простота, стоимость	Не определяет поврежденный элемент
Система определения поврежденного фидера	НПП «Бреслер»	Все	Точность определения повреждения, действие на сигнал или отключение	Без применения терминалов защиты Бреслера возникает необходимость в отдельных устройствах
ЗЗП-1М	«ЧЭАЗ»	Изолир.	Возможность селективного отключения, простота	При защите ВЛ необходима установка кабельных вставок, ограничение тока срабатывания (0,2 А–20 А)
УСЗ-3М	«ЧЭАЗ»	Изолир.	Простота, стоимость	Затраты времени на нахождение поврежденного элемента
Микропроцессорные терминалы	«Радиус Автоматика», НПП «ЭКРА», НПП «Бреслер», НПП «Механотроника» и тп.	Резистивн.	Возможность действия на сигнал и отключение, почти все терминалы имеют дополнительную функцию защиты ОЗЗ	–

В ходе проектирования релейной защиты от ОЗЗ на подстанции с различным типом заземления можно утверждать, что в сетях с изолированной нейтралью, несмотря на разнообразие защит, выполнить корректное действие защиты на отключение не всегда представляется возможным, даже при использовании устройств с высокой чувствительностью (ЗЗП-1М).

В сетях с резистивным заземлением функцию защиты от ОЗЗ могут выполнять практически все терминалы защиты линий, это обеспечивает простоту проектирования защиты и снижение стоимость пусконаладочных работ.

1. Правила устройства электроустановок / ред. А. М. Меламед. – 7-е изд. – Москва : НЦ ЭНАС, 2011. – 552 с.

**РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА АИИС КУЭ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ****С.Л. Борисова***А.А. Кушнерев, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Актуальность работы заключается в том, что применение АИИС КУЭ позволяет минимизировать временные затраты человека на этапе измерения, сбора и обработки данных и предоставляет точный, быстрый и адаптированный к различным тарифным системам учет электроэнергии.

Целью работы является проектирование АИИС КУЭ для реконструкции распределительного пункта, совмещенного с трансформаторной подстанцией.

Для достижения поставленной цели определены следующие задачи:

- разработка основных технических решений по проектированию комплекса технических средств АИИС КУЭ;
- решения по выбору и проверке оборудования, видам обеспечения;
- проектная оценка надежности системы;
- экономический эффект внедрения АИИС КУЭ.

Новизна работы заключается в том, что проект возможно внедрить на предприятие и в результате добиться существенного снижения потерь электроэнергии.

Автоматизированная информационная измерительная система учета электроэнергии предназначена для получения точной, привязанной к единому астрономическому времени информации о потребляемой и отпущенной электроэнергии, а также для обмена информацией с участниками розничного рынка электроэнергии по согласованному регламенту и формирования отчетных документов.

Данным проектом предусматривается установка приборов учета в ячейки 10 кВ и организация линий связи «счетчики → коммутатор», построенной на основе интерфейса RS-485.

В части передачи данных на сервер АИИС КУЭ проектируемая система является трехуровневой:

- первый уровень включает в себя измерительно-информационный комплекс (счетчики электроэнергии, измерительные ТТ и ТН, вторичные измерительные цепи);
- второй уровень – информационно-вычислительный комплекс электроустановки, в который входят коммутатор и каналобразующая аппаратура;
- третий уровень – информационно-вычислительный комплекс, обеспечивает сбор и хранение данных с уровня ИВКЭ.

Одним из важнейших показателей работы системы является ее надежность. Основными характеристиками надёжности, являются средняя наработка до отказа и коэффициент готовности.

Средняя наработка на отказ системы определяется по формуле:

$$T_{0\text{ АИИС}} = \frac{1}{\lambda_{\text{АИИС}}}, \quad (1)$$

где  $\lambda_{\text{АИИС}}$  – интенсивность отказа системы.

Коэффициент готовности АИИС КУЭ определяется как:

$$K_{г\text{ АИИС}} = \frac{T_{0\text{ АИИС}}}{T_{0\text{ АИИС}} + T_{В\text{ ЭЛ}}}, \quad (2)$$

где  $T_{В\text{ ЭЛ}}$  – максимальное время восстановления элемента.

При оценке экономического эффекта внедрения системы АИИС КУЭ рассматривают следующие аспекты:

1. Сокращение коммерческих потерь электроэнергии (выявление бездоговорного и безучетного потребления).

2. Увеличение объемов передаваемой электроэнергии за счет организации системы учета с точными параметрами.

3. Увеличение межповерочного интервала оборудования.

Экономический эффект, достигаемый за счет увеличения класса точности оборудования, определяется для сторонних потребителей с одноставочным тарифом по формуле:

$$\mathcal{E}_T = \Delta W_{э} \cdot \left( T_{\text{пок}} + \frac{C_{\text{пер}}}{1000} \right), \text{ руб}, \quad (3)$$

где  $\Delta W_{э}$  – объем электроэнергии, переданной потребителю;

$T_{\text{пок}}$  – тариф покупки электроэнергии;

$C_{\text{пер}}$  – ставка на оплату потерь электроэнергии.

1. Сенько, В. В. Автоматизированные системы коммерческого учёта электроэнергии : учеб. пособие / В.В. Сенько. – Изд. 2-е. – Тольятти: ТГУ, 2011. – 48 с.

2. Об обеспечении единства измерений: фед. закон от 26.06.2008 № 102-ФЗ – Москва: Кремль, 2008 – 19 с.

## ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В БЮДЖЕТНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

*П.А. Вологдин*

*Г.А. Кичигина, научный руководитель, канд. экон. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Вопросы повышения эффективного использования энергии актуальны для бюджетных образовательных учреждений (БОУ), в которых более 25 % от общего объема потребленной электроэнергии расходуется на работу системы искусственного освещения. В связи с этим возникает необходимость оценки потенциала энергосбережения, основанного на метрологическом обеспечении и анализе путей оптимизации структуры энергозатрат по центрам финансовой ответственности. В области энергосбережения проводится большое количество исследований, которые чаще всего не имеют привязки к БОУ.

С целью проведения оценки потенциала энергосбережения учебного корпуса № 2 Института машиностроения энергетики и транспорта (ИМЭиТ) Вологодского государственного университета необходимо: провести анализ различных источников света и метрологического обеспечения; осуществить сбор информации о помещениях и установленных в них светильниках; произвести инструментальный анализ системы освещения; рассмотреть динамику потребления электроэнергии учебных корпусов ВоГУ; по результату анализа полученных данных разработать рекомендации по энергосбережению и составить внутренний энергетический паспорт учебного корпуса.

Измерения освещенности произведены люксметрами ТКА-ЛЮКС и ТКА-ПКМ, а замеры габаритов – с помощью лазерного дальномера [1]. После анализа данных обследования учебного корпуса № 2 ИМЭиТ четко просматривается разница между фактическим и нормативным значением освещенности по СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение (рис. 1).

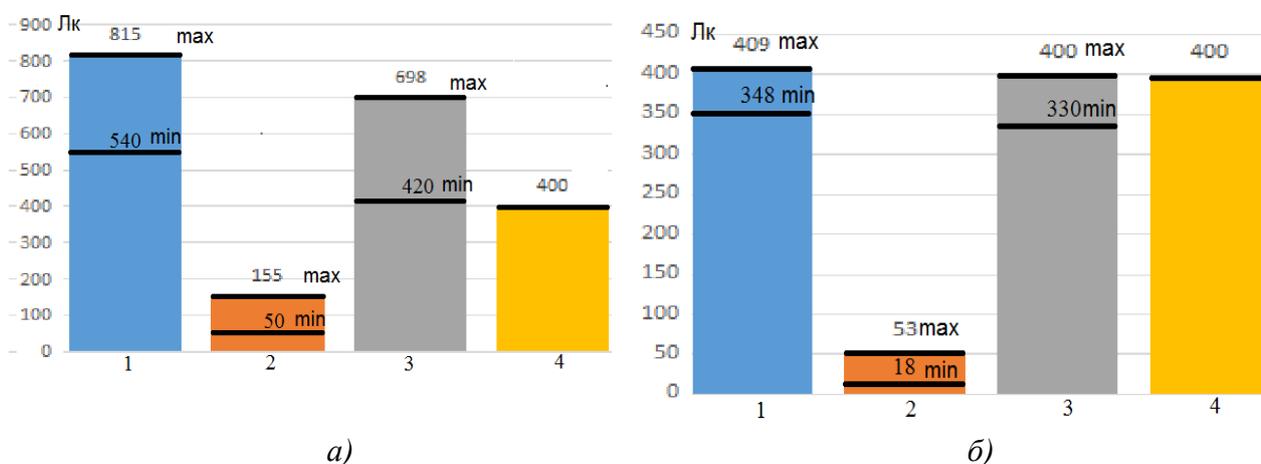


Рис. 1. Значения освещенности: а) аудитория 3126, б) аудитория 321  
(1 – днем с вкл. светом, 2 – днем с откл. светом, 3 – вечер с вкл. светом,  
4 – норма освещенности по СНиП)

Для обеспечения нормируемых величин освещенности и уменьшения объемов потребления электроэнергии исходя из результатов исследования в некоторых аудиториях требуется выбрать более оптимальный тип и количество светильников. Замена люминесцентных на светодиодные светильники [2] и установка датчиков присутствия в коридорах может значительно уменьшить затраты на потребление электроэнергии. Это видно из рисунка 2, где представлен расход электроэнергии за один месяц работы освещения.

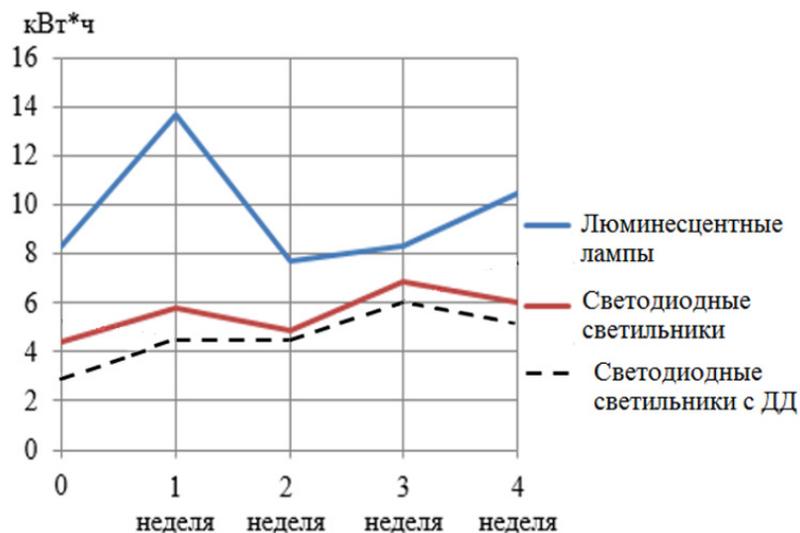


Рис. 2. График изменений показателей

Анализируя результаты измерительных экспериментов, выявлены места сокращения энергозатрат, предложены наиболее целесообразные механизмы по энергосбережению в БОУ и предварительные рекомендации по повышению энергетической эффективности, разработан комплекс мероприятий и охарактеризованы принципы освоения энергосберегающих технологий, на основе которых сформирован внутренний энергопаспорт учебного корпуса.

На основе полученных выводов и рекомендаций бюджетные образовательные организации (высшие образовательные учреждения, колледжи и техникумы, гимназии и школы) получают возможность уменьшения затрат на использование энергетических ресурсов.

1. Вологдин, П. А. Организация энергосберегающих мероприятий в бюджетных образовательных учреждениях / П. А. Вологдин, Г. А. Кичигина, А. Е. Немировский // Материалы международной научно-технической конференции по автоматизации и энергосбережению в машиностроении, энергетике и на транспорте / М-во науки и высш. образ. РФ; Вологод. гос. ун-т. – Вологда : ВоГУ, 2019. – С. 22–26.

2. Жиганов, А. А. Организация энергосбережения ВоГУ / А. А. Жиганов, Г. А. Кичигина // Материалы межрегиональной научной конференции X Ежегодной научной сессии аспирантов и молодых ученых: [в 4 томах]. Том 1 / [редколлегия: А. А. Синицын, А. Е. Немировский, С. В. Дианов и др.]. – Вологда: ВоГУ, 2016. – С. 18–20.

## РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА

*Д.А. Григорьев, С.Е. Пекин, М.А. Макаровский*  
*А.В. Машкин, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

В современном мире в сферах металлургической, химической, строительной и других отраслей промышленности ленточные конвейеры являются одним из основных средств непрерывной транспортировки грузов. Однако существует проблема повышения эффективности и экономичности работы в рассматриваемом виде транспорта, решение которой может в большей степени повлиять на производительность труда и снижение себестоимости продукции.

В промышленности используют различные виды конвейеров, начиная от ленточных и пластинчатых, заканчивая винтовыми и роликowymi. С каждым днем потребность в конвейерах будет возрастать и еще долгое время они будут востребованными, что делает их универсальной установкой во многих областях производства. Для снижения затрат на проведение натурных экспериментов по разработке конвейеров применяются различного рода математические модели и их программная реализация.

Для создания математической модели электропривода (ЭП) ленточного конвейера первым делом необходимо описать его механическую часть. Создание модели движения ленты будет заключаться в условном разбиении контура на  $n$ -ое количество участков, в границах каждого из которых лежит линейный закон изменения скорости деформации по длине.

В общем случае для описания механического движения можно воспользоваться уравнениями Лагранжа второго рода [1]:

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \left( \frac{\partial T}{\partial q_i} \right) + \frac{\partial \Pi}{\partial q_i} + \frac{\partial A}{\partial q_i} = 0;$$

где  $T$  – кинетическая энергия системы;

$q_i$  – обобщенные координаты системы;

$\dot{q}_i$  – производная по времени от обобщенных координат;

$\Pi$  – потенциальная энергия требуемого участка;

$A$  – работа внешних сил.

Тогда движение ленты конвейера в пространстве представляется в виде модели системы нелинейных дифференциальных уравнений [1]:

$$\dot{x} = - \left( M^{-1}N + M^{-1}C \right) x + M^{-1}S \operatorname{sgn} x + M^{-1}V G_{\text{нy}} + M^{-1}P_1 \operatorname{sgn}(X_{c1} - X_1) M_{\text{пр}};$$

где  $G_{\text{нy}}$  – вес натяжного устройства;

$M, N, C, S, P_1$  – матрицы, полученные в результате расчетов;

$M_{\text{пр}}$  – момент двигателя.

С другой стороны, поскольку высоких требований к диапазону регулирования, а также статической и динамической погрешности регулирования скорости в ЭП ленточных конвейеров не предъявляется, то при создании математической модели его работы можно воспользоваться простейшей структурной схемой асинхронного двигателя [2]. Разработанная математическая модель ЭП ленточного конвейера в виде структурной схемы представлена на рисунке 1.

Моделирование проводилось для двигателя марки: АИР132S6

$P=5,5$  кВт;

$n=960$  об/мин;

$A=22,9$  А.

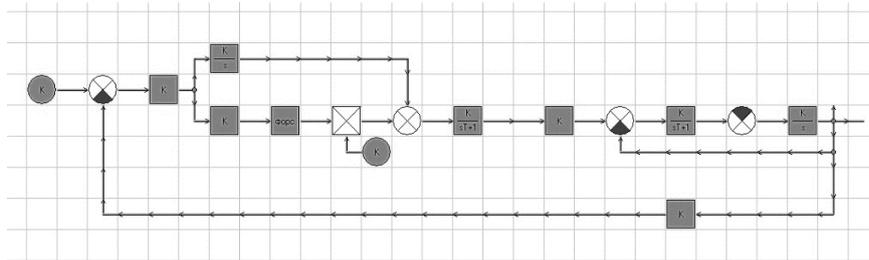


Рис. 1. Схема моделирования конвейера в SuAn

В процессе компьютерного моделирования был получен график переходного процесса по скорости (в относительных единицах), который представлен на рисунке 2.

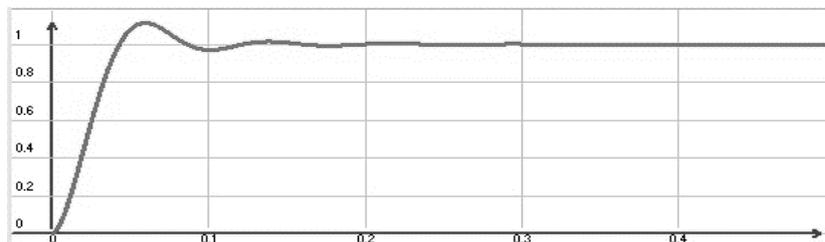


Рис. 2. График переходного процесса по скорости

В ходе проведенной работы была создана математическая модель, а также с помощью программы SuAn смоделирована работа электропривода ленточного конвейера. По полученной характеристике видно, что в начале разгона есть перерегулирование (т.е. небольшая погрешность), после этого конвейер выходит на номинальную скорость и в дальнейшем сохраняет ее постоянной. Разработанная математическая модель и ее программная реализация могут использоваться при проектировании ЭП ленточных конвейеров, с целью минимизации финансовых затрат на проведение натурных экспериментов.

1. Дмитриева, В. В. «Математическая модель магистрального конвейера как объекта управления и автоматизации», «Горные машины и автоматика» №7, 2001.

2. Москаленко, В. В. Электрический привод: учеб. / В. В. Москаленко. – Москва: ИНФРА-М, 2015. – 364 с.

## АНАЛИЗ СЕТЕВОЙ НАГРУЗКИ GOOSE-СООБЩЕНИЙ

*Е.А. Гуляев*

*Н.Д. Поздеев, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Протокол GOOSE, описанный главой МЭК 61850-8-1, является одним из наиболее широко известных протоколов, предназначенных для обмена сигналами между интеллектуальными электронными устройствами (IED).

GOOSE (англ. Generic Object Oriented Substation Event) дословно можно перевести как «общее объектно-ориентированное событие на подстанции» [1].

Для передачи пакета данных нескольким устройствам сети используется многоадресная рассылка (Multicast). Для многоадресной рассылки характерен определенный диапазон адресов (от 01-0C-CD-01-00-00 до 01-0C-CD-01-01-FF), показанных на рисунке 1.

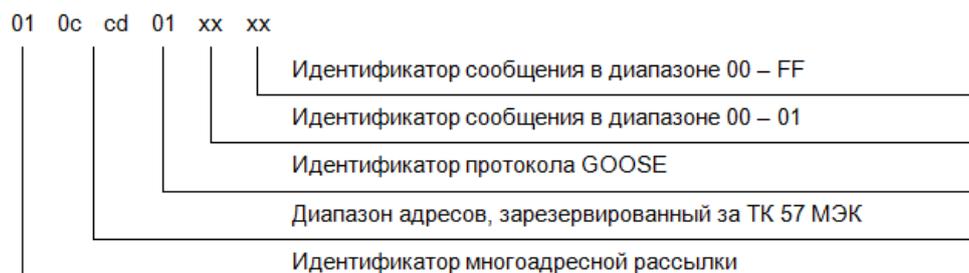


Рис. 1. Диапазон адресов многоадресной рассылки GOOSE-сообщений

Другими словами, наличие значения 01 в первом октете адреса GOOSE-сообщения говорит о его транслировании всем устройствам сети, но для обработки сообщения приемник должен быть на него настроен (подписан).

Особенностью многоадресной рассылки является отсутствие подтверждения о получении пакета адресатом. Компенсируется это за счет многократной публикации сообщения с минимальными выдержками времени  $T_1$  (не более 50 мс). При отсутствии изменений в передаваемых данных, интервал трансляции увеличивается до максимального  $T_0$  (не более 5 с). Временная диаграмма передачи GOOSE-сообщения показана на рисунке 2.



Рис. 2. Временная диаграмма передачи GOOSE-сообщений

Однако есть свои недостатки. В случае выбора слишком короткого интервала между сообщениями, увеличивается общая нагрузка на сеть. Нормальным режимом работы сети принято считать загруженность на 60 %. Коллизии в сети начинаются при ее загрузке от 80 % и более. Поэтому для уменьшения нагрузки на сеть используется фильтрация MAC-адресов посредством функции VLAN identifier на сетевых коммутаторах.

Дополнительное влияние на загрузку сети также оказывает использование конкретного типа набора данных: Boolean, Quality, Timestamp, SPS, DPC, INT32, Float. Так, например, при передаче GOOSE-сообщения в состав которого входят только 48 дискретных сигналов типа Boolean, размер сообщения может варьироваться от 255 до 589 байт (при макс. размерах goCBRef, datSet, goID) (рис. 3).

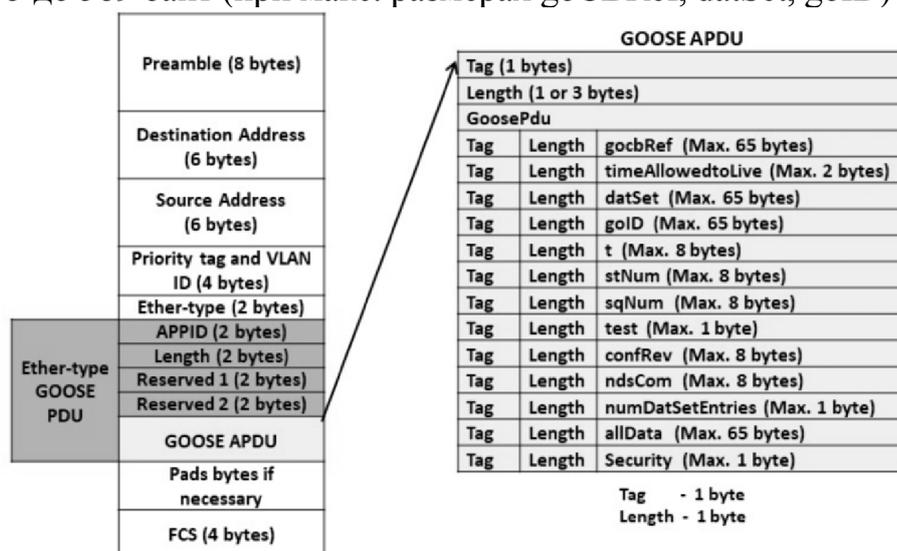


Рис. 3. Состав основных полей GOOSE-сообщения

Добавление признака качества Quality сигнала позволяет избежать ошибочных действий со стороны IED-приемника (перевод IED-издателя в режим Test, внутренняя неисправность), но тогда размер сообщения может варьировать от 575 до 830 байт. В случае применения набора данных типа SPS (логический тип, качество данных и метка времени) размер сообщения изменяется от 1073 до 1406 байт.

Подводя итог, можно сделать вывод о необходимости проведения более детальной оценки прогнозируемого трафика сети, оптимального выбора числа логических узлов и типов сетевого оборудования еще на стадии проектирования. Необходимые расчеты должны выполняться с учетом всех норм и программ испытаний программно-технологического комплекса.

1. Аношин, А. О., Головин, А. В. Стандарт МЭК 61850. Информационная модель устройства // Новости ЭлектроТехники №5 (77). – 2012.

2. Безденежных, М. Н., Егоров, Е. П., Кошельков, И. А., Дони, Н. А. Анализ сетевой нагрузки GOOSE по МЭК 61850-8-1:2011 // Автоматизация и IT в энергетике. – 2019. – № 8. – С. 22–25.

3. Ковцова, И. О. Обработка и передача учетных данных для классических и цифровых электроподстанций: монография. – Москва : «Прометей». – 2016. – 236 с.

## ФУНКЦИИ ОТКЛИКА ДЕМОНТАЖА ОБМОТОК ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ С РАЗЛИЧНЫМИ СИСТЕМАМИ ИЗОЛЯЦИИ

*С.А. Дроздова, Е.И. Саухина*

*А.Е. Немировский, научный руководитель, д-р техн. наук, профессор  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Способ демонтажа «сгоревших» электродвигателей (ЭД) с применением ультразвуковых излучений (УЗИ) и пониженной концентрации едкого натра (NaOH) исследован нами методом активного планирования эксперимента.

Для анализа процесса разрушения компаундированной изоляции применяется статистически активный эксперимент  $3^4$  со звездными точками, состоящий из 25 опытов. Задача планирования включает в себя построение математической модели уравнения поверхности отклика. Влияние на разрушение компаундированной пропитки оказывают такие факторы, как температура, концентрация водного раствора NaOH, мощность и продолжительность воздействия УЗИ. Уровни варьирования воздействующих факторов представлены в таблице 1 [1]. За функцию отклика взята остаточная прочность обмотки, которая определяется по методике, изложенной в [2].

Таблица 1

**Уровни варьирования воздействующих факторов**

Независимые переменные	Уровни варьирования			Интервал варьирования
	+1	0	-1	
Концентрация раствора, %	2 %	4,5 %	7 %	2,5
Температура, °С	20 °С	35 °С	50 °С	15
Мощность УЗИ, В	40 Вт	90 Вт	140 Вт	50
Продолжительность воздействия, мин	30 мин	100 мин	170 мин	70

После нахождения в программе MathCad математических моделей каждой функции отклика и их оптимальных параметров был произведен сравнительный анализ этих функций для систем изоляции на основе компаунда КП-303 и лака МЛ-92.

Функция для остаточной прочности компаундированной системы изоляции:

$$Y(x_1, x_2, x_3, x_4) = 0,234 - 0,056x_1 - 0,043x_2 - 0,029x_3 + 0,026x_2x_3 - 0,026x_2x_4 - 0,016x_3x_4 - 0,029x_1x_2x_4 + 0,018x_1x_3x_4 - 0,076x_2x_3x_4 + 0,091x_1x_2x_3x_4 + 0,028x_1^2 - 0,011x_2^2 + 0,042x_4^2. \quad (1)$$

Функция остаточной прочности для системы изоляции, пропитанной лаком:

$$Y(x_1, x_2, x_3, x_4) = 0,381 - 0,097x_1 - 0,073x_2 - 0,051x_3 - 0,018x_4 - 0,013x_1x_2 + 0,037x_2x_3 - 0,046x_2x_4 - 0,03x_3x_4 - 0,049x_1x_2x_4 + 0,023x_1x_3x_4 - 0,116x_2x_3x_4 + 0,134x_1x_2x_3x_4 + 0,04x_1^2 - 0,023x_2^2 + 0,065x_4^2. \quad (2)$$

В таблице 2 представлены оптимальные параметры процесса разрушения изоляции «сгоревших» обмоток ЭД при ремонтах, полученные из математических моделей (1), (2).

Таблица 2

### Значения стационарных точек

Воздействующие факторы	Остаточная прочность	
	Компаунд КП-303	Лак МЛ-92
$x_1^u$ (мин)	173,36	171
$x_2^u$ (°C)	51,85	50,45
$x_3^u$ (Вт)	220	116,25
$x_4^u$ (%)	4,5	6,3

При сравнении двух различных математических моделей (1), (2) для остаточной прочности обмоток ЭД и их оптимальных параметров (табл. 2) было выявлено, что для разрушения компаундированной пропитки значимое влияние оказывают факторы длительности воздействия и мощности УЗИ, температуры. Отличительным моментом двух систем изоляции является различие в мощности УЗИ и концентрации NaOH. Анализ модели (1) для компаундированной пропитки показал увеличение мощности УЗИ на 103,75 Вт., и об уменьшении концентрации раствора NaOH на 1,8 % в сравнении с моделью (2) для системы изоляции, пропитанной лаком. Таким образом, ЭД с системой изоляции на основе компаунда можно ремонтировать с применением УЗИ в более благоприятных условиях для экологии и эксплуатационного персонала.

1. Немировский, А. Е. Демонтаж обмоток электродвигателей при ремонтах с компаундированной изоляцией / А. Е. Немировский, С. А. Дроздова, Г. А. Кичигина, И. Ю. Сергиевская // Роль инноваций в трансформации современной науки: сборник статей Всероссийской научно-практической конференции / в 2 ч. Ч. 2 – Уфа : OMEGA SCIENCE, 2019. – С. 62–65.

2. Кашин, А. И. Функция отклика процесса демонтажа обмоток электродвигателей / А.И. Кашин, А.Е. Немировский // Молодые исследователи – регионам: материалы Международной научной конференции (Вологда, 18-19 апреля 2017 г.): в 4 т. / М-во образ. и науки РФ, Вологод. гос. ун-т ; [отв. ред. А.А. Синицын]. – Вологда: ВоГУ, 2017. – Т. 1. – 608 с.

## МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ГОРОДСКИХ СЕТЯХ

*А.С. Захарова*

*Н.Д. Поздеев, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Одной из актуальных тем в современной электроэнергетике является проблема о понижении потерь электрической энергии и улучшении её качества.

В связи с постоянным увеличением стоимости электроэнергии остро встает вопрос о выборе наиболее эффективных мероприятий для снижения потерь электрической энергии в городских сетях [1].

В распределительных сетях 10/0,4 кВ основным видом потерь являются технические, следовательно, и мероприятия должны быть направлены именно на их снижение.

Рассмотрим эффективность этих мероприятий на примере одной из КТП микрорайона «Тепличный». В настоящее время на типовой КТП 10/0,4 кВ установлен силовой трансформатор ТМГ-630 кВА. Отходящие линии 0,4 кВ выполнены кабелем ВВГнг-4х70 мм<sup>2</sup> и ВВНгн-4х95 мм<sup>2</sup>. Линии 10 кВ выполнены кабелем АПвВ сечением 70 мм<sup>2</sup>.

При структурном анализе потерь, можно сделать вывод, что основную долю составляют потери в линиях 10 кВ и в силовых трансформаторах.

Следовательно, основным направлением технических мероприятий по снижению потерь в городских сетях можно считать реконструкцию сетей с заменой кабеля на большее сечение и заменой силовых трансформаторов с наименьшими потерями в стали.

Для примера рассмотрим, как изменятся потери при замене марки силового трансформатора на АТМГ-630 кВА.

Потери электроэнергии в КТП с трансформаторами марки ТМГ-630 кВА составили 759,4 кВт·ч в месяц. При замене марки трансформатора на АТМГ-630 кВА потери изменятся до 175 кВт·ч за счет свойств магнитопровода из аморфного сплава.

Из малозатратных мероприятий для снижения потерь электроэнергии был рассмотрен метод компенсации реактивной мощности. При анализе основных параметров бытовых потребителей был сделан вывод о возможной эффективности установки конденсаторных батарей. Потери электроэнергии в сети 0,4 кВ изначально составляли 36,84 кВт·ч. С установкой конденсаторных батарей марки VIG Power RCM3 мощностью 1,5 квар в каждой квартире, потери снизились до 14,18 кВт·ч.

Тариф на электроэнергию с газовыми плитами на данный момент в Вологодской области составляет 4,67 рубля за 1 кВт·ч. Стоимость конденсаторной батареи – 1660 рублей.

На установку конденсаторных батарей во всем жилом секторе необходимо 917 980 рублей. При снижении потерь электроэнергии на 22,66 кВт·ч, экономическая эффективность составит 105,8 рублей в месяц. Денежные затраты явно несоизмеримы между собой. Поэтому можно сделать вывод о том, что метод компенсации реактивной мощности в городских сетях не является экономически-эффективным.

1. Железко, Ю. С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии. Руководство для практических расчетов / Ю. С. Железко. – Москва : НЦ ЭНАС, 2009. – 456 с.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ИЗОЛЯЦИИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

*А.Ю. Кичигин*

*Н.Д. Поздеев, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Целью данной работы являлась разработка метода, определяющего зависимость между действующим значением тока в обмотке статора при различных режимах работы двигателя, и временем, в течение которого изоляция достигнет своего предельного состояния вследствие температурного старения.

Объектом исследования являются асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором.

В качестве программного окружения для расчетов был выбран пакет прикладных программ Scilab и загружаемый модуль поддержки нечеткой логики SciFLT.

В ходе исследования были поставлены и решены следующие задачи:

– определение температуры обмотки статора ЭД в каждый момент времени в зависимости от действующего значения тока в обмотке, активного сопротивления и массы обмотки, теплоемкости и теплоотдачи двигателя, температуры окружающей среды;

– использование аппарата нечеткой логики для расчетов, в ходе которых используются методы, носящие приближенный характер, что обусловлено сложностью прогнозирования процессов, протекающих в изоляции при превышении температуры допустимых значений;

- создание программы, обеспечивающей непрерывный мониторинг изменения скорости износа изоляции и перерасчет оставшегося ресурса;
- предоставление пользователю полной информации о текущем состоянии системы, составленной на основе нечеткого логического вывода.

В рамках данного исследования график изменения тока статора во времени (рис. 1) строится программой на основе заложенных в нее правил, в случае же применения данной методики на практике в качестве входных значений будут выступать величины, получены путем снятия показаний с измерительной аппаратуры и преобразованные в необходимый для анализа формат.

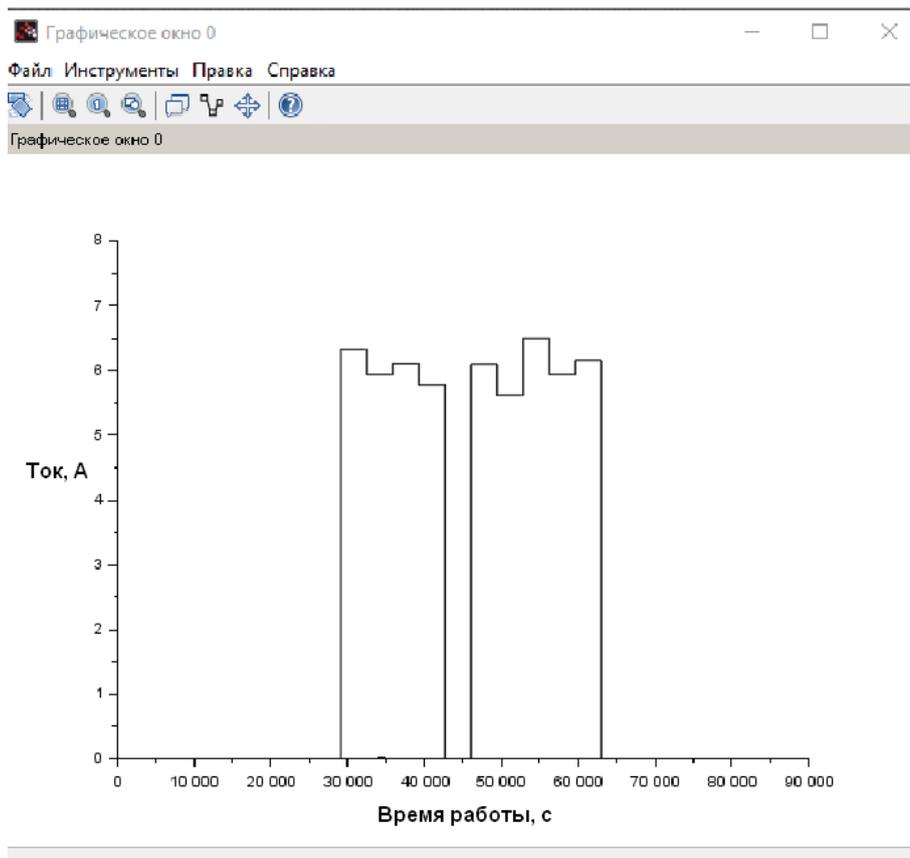


Рис. 1. График изменения значений тока в течение рабочих суток

На основе графика изменения тока программа производит расчет потерь энергии в статоре и количество выделяемой тепловой энергии. Далее, принимая во внимание тепловую модель выбранного двигателя, производится расчет температуры изоляции обмоток в каждый момент времени (рис. 2).

Если производить расчет исходя из того, что в данном случае применяется изоляция класса А, то ресурс изоляции станет сокращаться только при превышении температурой значения в 105 градусов.

С учетом действующего значения температуры на основе экспертных систем, используемых аппаратом нечеткой логики, строятся функции принадлежности текущего значения температуры диапазонам значений, каждый из которых характеризуется своей скоростью сокращения ресурса изоляции.

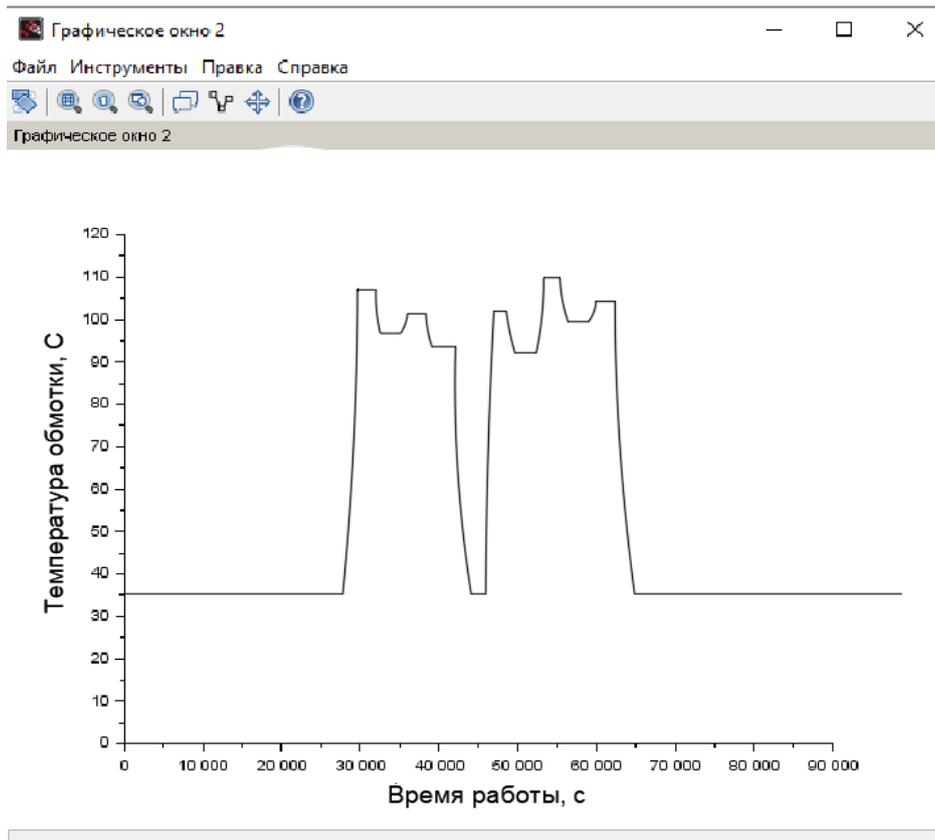


Рис. 2. График изменения температуры обмотки

По полученным в ходе расчетов данным строится график изменения остаточного ресурса во времени (рис. 3).

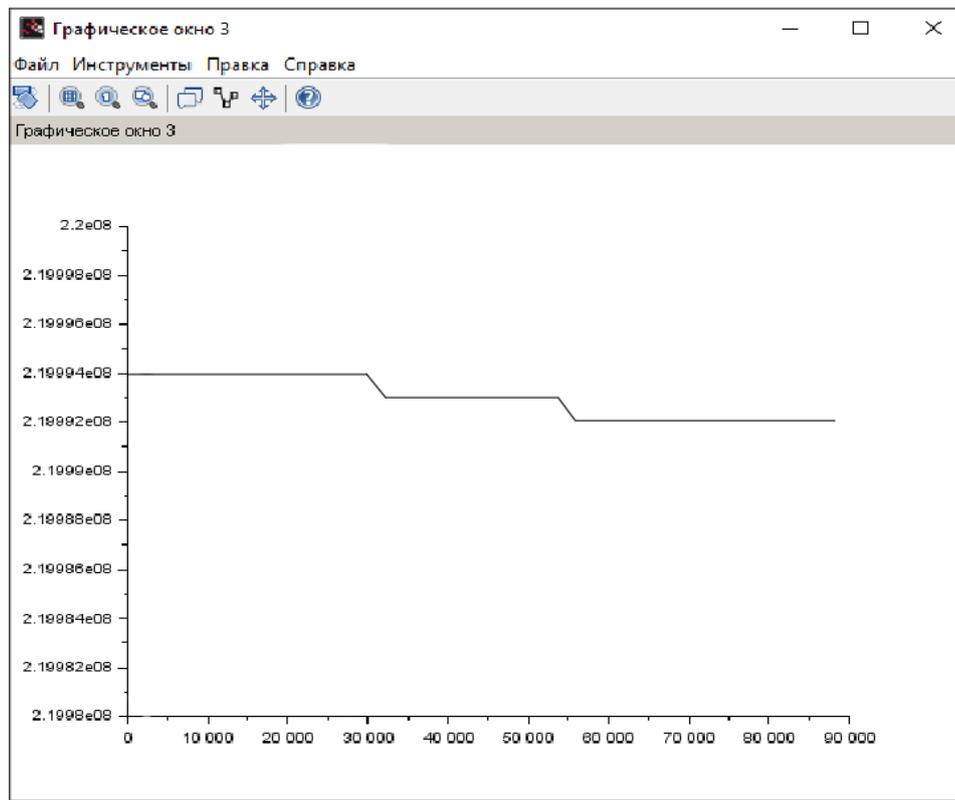


Рис. 3. График изменения остаточного ресурса

В данном конкретном случае за сутки ресурс изоляции сократится примерно на 3,5 часа, что обусловлено 2 периодами превышения температурой обмотки допустимых значений.

1. Кузнецов, Н. Л. Надежность электрических машин: учеб. пособие для вузов / Н. Л. Кузнецов – Москва : Издательский дом МЭИ, 2006. – 432 с.

2. Зюзев, А. М. Термодинамические модели для проверки асинхронного двигателя по нагреванию / А. М. Зюзев, В. П. Метельков // Электротехника. – 2012, – № 9. – С. 48–52.

## ПРИМЕНЕНИЕ РЕКЛОУЗЕРОВ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ

*А.О. Комиссарихина*

*О.С. Вяткина, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Особенностью применения в распределительных сетях такого аппарата, как реклоузер, является то, что при коротком замыкании сеть с реклоузером имеет высокую надежность электроснабжения и становится управляемой.

Это устройство устанавливается с целью повышения надежности систем электроснабжения.

Довольно частые повреждения распределительных сетей обусловили поиск и разработку способов и приборов управления, что актуально в данной ситуации, так как одной из главных задач электроснабжения является повышение надежности обеспечения потребителей электрической энергией. Безопасность и комфорт потребителей всегда была на первом месте для электроэнергетических компаний.

Объектом исследования является применение реклоузеров в распределительных сетях.

При коротком замыкании все потребители теряют обеспечение электроэнергией, все операции производятся вручную, что задействует большое количество рабочего персонала и техники при устранении повреждения, много времени уходит на поиск и устранение повреждения, что наносит значительный ущерб и потребителям, и энергосбытовым компаниям.

Для устранения данных повреждений следует внедрить реклоузер в работу, при этом сначала проанализировать и рассчитать его установку и определить, является ли это решение экономически выгодным, способным обеспечить электробезопасность потребителей и возможным к реализации в распределительных сетях.

Для обоснованной установки реклоузера следует проанализировать такие аспекты, как:

- 1) анализ данных воздушной линии;
- 2) анализ количества потребителей и их категории надежности;
- 3) расчёт недоотпуска электроэнергии в каждом возможном участке при повреждении линии;
- 4) выбор минимального значения недоотпуска, также обращая внимание на количество потребителей, которые останутся без питания;
- 5) на основании полученных данных произвести выбор места установки реклоузера;
- 6) произвести проверку правильности установки реклоузера путем расчета нормального и аварийного режимов.

После ввода в эксплуатацию реклоузера питание будут терять только потребители поврежденного участка, человеческий фактор полностью устраняется, все конфигурации происходят автоматически, выделение места повреждения происходит за короткий период времени, а информация о повреждении обрабатывается в самом устройстве.

Ожидаемый эффект при установке реклоузера зависит от технических и экономических показателей. Так, снижение недоотпуска электроэнергии, снижение времени поиска и устранения повреждения, количества ремонтных работ на линии, отказ от маломасляных выключателей являются технической составляющей. Экономической же составляющей является снижение возможного искового требования к энергоснабжающей организации или прямого ущерба собственника сети, снижение затрат на поиск и устранение повреждения, на проведение ремонтных работ и на обслуживание оборудования.

Необходимо определить, окажется ли стоимость самого реклоузера ниже суммы недоотпуска электроэнергии и затрат на работы на линии во время устранения повреждения, если реклоузер не установлен. То есть окажется ли покупка данного аппарата выгодной, исходя из экономических показателей. И уже на основании полученных данных сделать вывод, стоит ли устанавливать данный аппарат.

1. Карнаушенко, А. Н. Вакуумный реклоузер серии РВА/TEL – средство повышения надежности ВЛ 6–10 кВ / А. Н. Карнаушенко // Электропанорама. – 2005. – № 10. – С. 74–75.

2. Хасанзянов, Б. Ф. О реклоузерах [Электронный ресурс] / Б. Ф. Хасанзянов // Молодой ученый. – 2014. – № 7. – С. 188–190. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/66/10970>.

## СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ АВТОНОМНОЙ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ

*М.А. Лебедев*

*А.М. Водовозов, научный руководитель, канд. техн. наук, профессор*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Для владельца частного дома решение вопроса с водоснабжением является приоритетной задачей. Наиболее оптимальным решением этой проблемы является бурение скважины у себя на участке – таким образом можно обеспечить себя подачей воды на протяжении года. Надежность автономного водоснабжения обеспечивает система автоматики [1].

Насосы, используемые для водоснабжения частного дома, выполняются однофазными. Они имеют встроенное тепловое реле для отключения питания электромотора в случае перегрева. Для обеспечения автоматического включения и выключения насоса используют реле давления, системы прессконтроля или систему частотного регулирования насосов.

Электромеханические реле давления, предлагаемые различными производителями, являются самыми простыми устройствами. В реле устанавливаются два уровня давления, между которыми поддерживается давление воды в системе. Давление воды в системе водоснабжения контролируется с помощью мембраны или сильфона. При достижении минимального установленного значения давления (обычно это менее 1,4 бара) контакты реле замыкаются и включается погружной насос. Если давление достигает установленного максимума, пружина размыкает контакт, электрическая цепь насоса разрывается, и он отключается. Обычно реле давления имеют заводскую установку значений давления – реле срабатывает на включение насоса при достижении 1,4 бара, а на выключение – 2,8 бар. Характеристики механического реле давления позволяют устанавливать разность между уровнями включения и выключения насоса не менее 1–2 атм. Для уменьшения количества циклов включения/отключения насоса в систему встраиваются гидроаккумуляторы, позволяющие запасать определенный объем воды. Чем больше объем запасаемой жидкости, тем реже включается насос.

Однако современные системы водоснабжения должны поддерживать давление в системе с минимальными колебаниями. Поэтому в настоящее время актуальной задачей является создание микропроцессорных систем управления электроприводом насосной станции, обеспечивающей надежное водоснабжение в условиях существующих ограничений.

Целью работы является поиск новых технических решений и алгоритмов управления насосным оборудованием при данных существующих ограничениях на глубину скважины, её дебит и стоимость оборудования.

Предлагаемая система состоит из погружного насоса с обратным клапаном, гидроаккумулятора с датчиком давления, накопителя с датчиком уровня, реле давления и реле сухого хода, управляющего микроконтроллера. Внутренний контур, состоящий из насоса, гидроаккумулятора, датчика давления и дросселя обеспечивает производительность насоса, не превышающую дебета скважины. Внешний, состоящий из накопительной емкости с датчиком уровня, обеспечивает постоянный уровень воды в накопителе. Микроконтроллер берет на себя функции регулятора во внутреннем и внешнем контуре. Скважина обеспечивает систему водой, поступление которой ограничено величиной дебита. Дебит измеряется на глубине погружения насоса, прописывается в паспорте скважины на стадии её создания и может использоваться в качестве исходных данных при проектировании системы [2].

Величина динамического уровня воды в скважине в процессе работы в насосной станции не контролируется, но является критичной для обеспечения работоспособности всей системы в целом. Если динамический уровень приближается к водозаборному отверстию насоса, наступает аварийный режим сухого хода, при котором насос должен быть немедленно отключен во избежание выхода его из строя. Эту функцию обычно выполняет блок автоматики, оборудованный датчиком протока. Крайними точками напорной характеристики являются максимальный напор (при нулевом расходе) и максимальный расход (при нулевом напоре).

Реализация микропроцессорной системы управления насосом с использованием современных средств микропроцессорной техники позволяет решить задачу надежного водоснабжения при существующих ограничениях малодебитных скважин.

1. Водовозов, А. М. Адаптивная система управления скважинного насоса / А. М. Водовозов // В сборнике: Автоматизация и энергосбережение машиностроительного и металлургического производств, технология и надежность машин, приборов и оборудования Материалы XII Международной научно-технической конференции, 2017. – 71–74.

2. Водовозов, А. М. Исследование системы индивидуального водоснабжения на базе малодебитной скважины / А. М. Водовозов, Л. Н. Колесова // В сборнике: Актуальные проблемы науки и практики в различных отраслях народного хозяйства сборник докладов Национальной научно-практической конференции, 2018. – С. 39–43.

## ПОТЕРИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЖИЛИЩНОГО КОМПЛЕКСА

*В.В. Ли*

*В.П. Максимов, научный руководитель, д-р пед. наук, профессор  
Сахалинский государственный университет  
г. Южно-Сахалинск*

В настоящее время с непрерывным ростом потребления электрической энергии проблема потерь электроэнергии является наиболее острой. В том числе и потери в индивидуальных жилищных комплексах. По мнению международных экспертов в области энергетики относительные потери электроэнергии при ее передаче в электрических сетях не должны превышать 4 %. Потери электроэнергии на уровне 10 % можно считать максимально допустимыми.

Существует два вида потерь во внутридомовых системах: технологические и коммерческие.

Технологические потери чаще всего вызваны износом внутридомовых сетей. Данный вид потерь можно лишь уменьшить, ремонтируя и заменяя внутридомовые сети. Но устранить технологические потери на данный момент не представляется возможным, т.к. эти потери обусловлены физическими процессами в проводниках и электрооборудовании при передаче электроэнергии.

Коммерческие потери – наиболее серьезная проблема. Этот вид потерь вызван недостоверностью учета электроэнергии или вследствие ее хищения.

Подробно мы рассмотрим один из способов борьбы с коммерческими потерями – АСКУЭ. АСКУЭ – автоматизированные системы коммерческого учета электроэнергии. Данная система позволяет вести контроль в режиме реального времени и считывать показания со всех приборов учета в индивидуальном жилищном комплексе. Также система осуществляет автоматический контроль приборов учета и при поломке или попытке воздействия на прибор АСКУЭ мгновенно оповещает диспетчера ресурсоснабжающей организации. Таким образом, АСКУЭ делает учет потребления электроэнергии наиболее достоверным.

Из всего вышесказанного, можно сделать вывод, что экономическая эффективность АСКУЭ неоспорима. Использование системы позволит сократить коммерческие потери в индивидуальных жилищных комплексах на 30 %.

В Сахалинском государственном университете данный вопрос изучается в лабораторных условиях с помощью учебных стендов. Стенды позволяют создать имитацию различных ситуаций, что позволяет студентам более детально рассматривать данную проблему.

## УСТАНОВКА FACTS НА ЛИНИЮ БЕЛОЗЕРСКАЯ – ВОЛОГОДСКАЯ

**К.В. Логинов****А.В. Ударатин**, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

На сегодняшний день электроэнергетика является неотъемлемой частью экономики Российской Федерации. В данный момент Россия занимает четвертое место в мире по генерации электроэнергии и четвертое место по экспорту электроэнергии за рубеж. Единая энергетическая система России делится на 70 региональных энергосистем, которые, в свою очередь, образуют 7 объединенных энергетических систем, а именно: Центра, Северо-Запада, Урала, Средней Волги, Юга, Востока и Сибири [1].

Для того чтобы снабжать электроэнергией все уголки нашей страны, приходится поставлять ее на огромные расстояния. При этом передача энергии без потерь на линии невозможна. На участках то и дело возникают существенные потери реактивной мощности из-за плохой пропускной способности линии или неоптимального распределения потоков мощности.

Данные проблемы можно решить путем установки устройств FACTS. Они помогают уменьшить потери на линиях, обеспечить стабильную работу энергосистемы, стабилизировать напряжение в сети, уменьшить затраты на содержание устройств компенсации. Компенсация с помощью FACTS осуществляется несколькими способами: продольной (STATCOM), поперечной (SSSC) или универсальной (UPFC). [2]

Установка гибких систем передач переменного тока будет осуществляться на линии 500 кВ ПС Белозерская – ПС Вологодская. Моделирование будет осуществляться с помощью программы MATLAB Simulink.

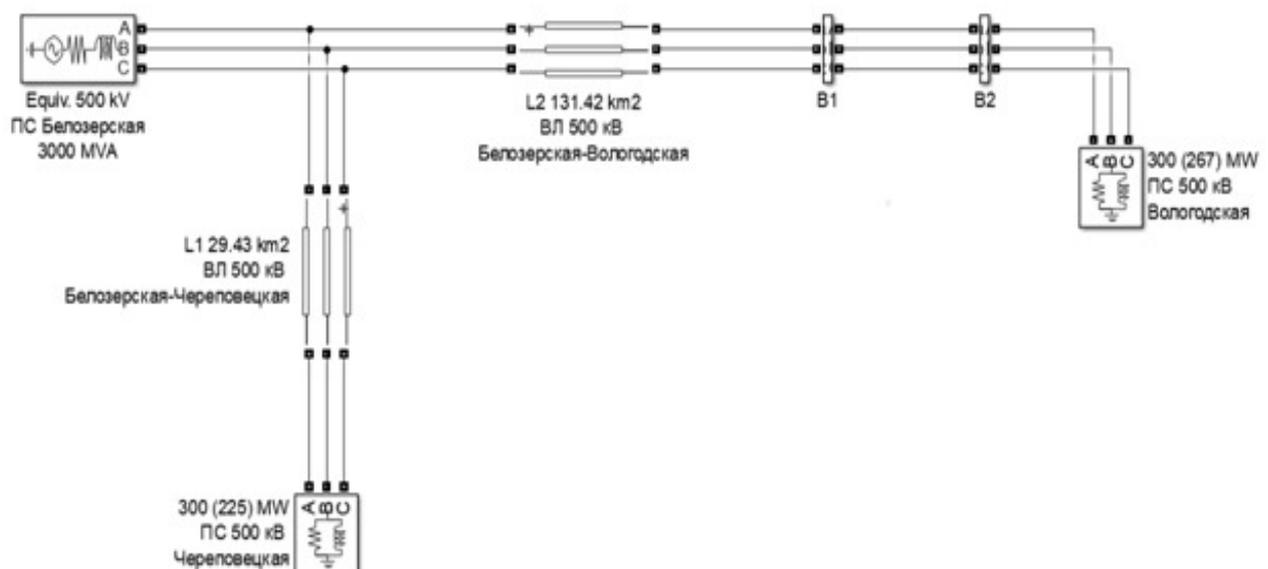


Рис. Модель энергосистемы 500 кВ ПС Белозерская – ПС Вологодская

Представленная электрическая система состоит из источника питания – подстанция Белозерская, двух воздушных линий и принимающих электроэнергию подстанций Череповецкая и Вологодская. Замеры проводятся на шине В1.

Устройства FACTS работают в режиме повышения и понижения напряжения, увеличивая реактивную мощность там, где наблюдается падение активной мощности, и наоборот. При этом если СТАТКОМ и УСУЭ для этого изменяют напряжение, то ССПК почти не оказывает на него никакого воздействия.

После проведенных исследований составлена таблица, в которой указаны активная и реактивная мощность в момент работы устройств FACTS. С помощью данных значений можно выбрать наиболее оптимальную компенсацию, которая позволит лучше остальных уменьшить количество реактивной мощности в сети и обеспечить увеличение или неизменность активного напряжения.

Таблица

Сравнение Q и P на шине В1 устройств FACTS

Режим работы FACTS	Q, Мвар СТАТКОМ	P, МВт СТАТКОМ	Q, Мвар ССПК	P, МВт ССПК	Q, Мвар УСУЭ	P, МВт УСУЭ
Выключен	215	275	192	275	215	270
Режим понижения напряжения	276	254	204	250	215	270
Режим повышения напряжения	105	302	187	302	210	238
Среднее значение	190.5	278	195.5	276	212.5	254

Как можно увидеть, СТАТКОМ имеет наилучшие показатели из всех с потерями реактивной мощности 190,5 Мвар, уменьшив расход на линии на 25,5 Мвар и с активной мощностью 278 МВт.

1. Моя энергия: Энергия России [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://www.myenergy.ru/>.

2. Логинов, К. В. Установка FACTS в Объединенной энергетической системе Центра / А. В. Ударатин, К. В. Логинов – Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития электроэнергетики и электротехники». – Казань : КГЭУ, 2019. – С. 223–227.

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА

*Ф.О. Мирзокибилова, М.З. Юсупова*

*М.А. Салиев, научный руководитель, канд. техн. наук*

Центра инновационного развития науки и новой технологии Академии  
Наук Республики Таджикистан  
г. Худжанд

Проблема изменения климата, особая уязвимость экологии горных территорий и ледников становятся основными факторами, определяющими развитие энергетики в ближайшие годы. Разработка и применение инновационных технологий получения электрической и тепловой энергии на основе солнечного излучения (СИ) является основным направлением диверсификации энергетики Республики Таджикистан. Современный период развития солнечной энергетики связан с созданием автоматизированных солнечных энергетических установок с программным дистанционным управлением через интернет и сотовую связь.

Научная новизна: изучение динамики процесса выработки тепловой энергии солнечного коллектора (СК) в реальных условиях местности с использованием инновационных цифровых технологий.

Цель работы: повышение энергетической эффективности (КПД) СК.

Для этого решены следующие задачи:

- разработан и создан макет СК с вентиляцией воздуха для отопления зданий;
- разработана и создана информационная система (ИС);
- разработана методика определения КПД воздушного солнечного коллектора;
- исследованы КПД СК на основе данных мониторинга выработки энергии;
- исследовано влияние климатических и технических факторов на КПД СК;
- определены оптимальные температурные режимы выработки тепловой энергии с учетом интенсивности СИ и температуры воздуха местности.

Объектом исследования является процесс выработки тепловой энергии солнечного коллектора (СК).

Метод исследований: непрерывный мониторинг температуры воздуха на входе и выходе СК. Погрешность определения выработки полезной тепловой энергии определяется погрешностью измерения скорости воздуха и составляет около 5 %. Оборудование и методика исследования КПД солнечной фотоэлектрической установки описаны в [1].

Исследование теплового режима воздушного солнечного коллектора для системы аккумулирования солнечной энергии проведено в период зимнего минимума солнечного излучения. Мониторинг температуры алюминиевого СК заводского изготовления внутри теплоизолированного корпуса и температуры воздуха местности (г. Худжанд) представлены на рисунках 1 и 2.

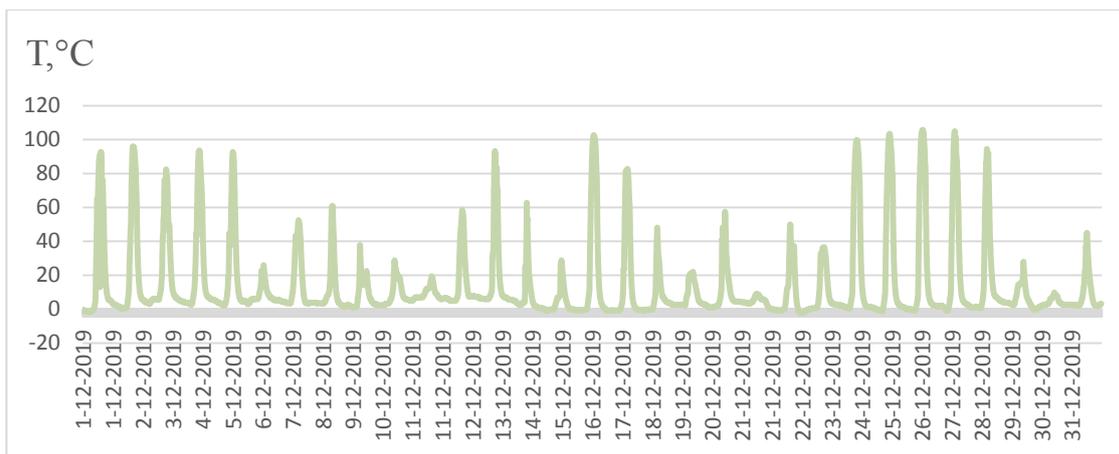


Рис. 1. Мониторинг температуры воздуха на выходе СК

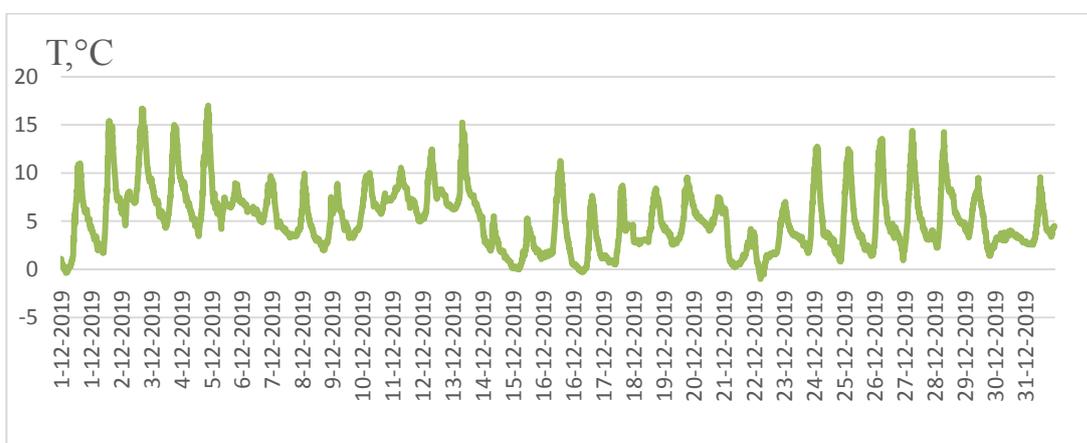


Рис. 2. Мониторинг температуры воздуха местности

Результаты научного исследования: определена энергетическая эффективность СК по данным мониторинга выходной мощности и выработки полезной тепловой энергии СК. Показана зависимость выработки энергии от прозрачности атмосферы для видимой и инфракрасной области спектра из-за облачности и температуры воздуха местности. В отдельные дни из-за облачности и низкой температуры воздуха выработка энергии падает до нуля. Получена оценка влияния климатических и технических факторов на энергетическую эффективность СК в период минимума инсоляции.

Выводы: Средняя суточная удельная выработка энергии СК для декабря 2019 г. составила  $1 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ , энергетическая эффективность (КПД) СК – 65 %. Условный коэффициент прозрачности атмосферы – отношение средней суточной выработки к максимальной суточной выработке на середину месяца составил 40 %. Коэффициент облачности – условное уменьшение выработки тепловой энергии из-за облачности составил 60 %.

1. Салиев, М. А. Оценка влияния климатических условий на эффективность работы солнечной фотоэлектрической установки / М. А. Салиев, Н. Р. Юмаев, Э. Джурраев, Х. М. Ахмедов. // Доклады АН РТ, 2019, № 1–2. – С. 78–83.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ DIGSILENT POWERFACTORY

*Н.Л. Михайлова*

*Н.Д. Поздеев, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

В соответствии с нормами технологического проектирования подстанций, реконструируемые и вновь вводимые в эксплуатацию объекты электроэнергетики должны оснащаться релейной защитой, выполненной на микропроцессорной элементной базе преимущественно отечественного производства.

В настоящее время в учебный процесс внедряется программный комплекс DIgSILENT PowerFactory, который позволяет решить все задачи электроснабжения, в том числе и провести моделирование работы системы релейной защиты. Особенность программного комплекса – библиотека состоит только из зарубежных терминалов защит.

Целью данной работы является автоматизация расчета уставок релейной защиты и адаптация программного комплекса DIgSILENT PowerFactory для использования отечественной элементной базы релейной защиты.

Для примера рассмотрим релейную защиту участка электрической сети 35 кВ. Защиты воздушных линий выполнены на терминале «Сириус-2Л», защита силового трансформатора – на терминале «Сириус-Т3». Были разработаны модели, фреймы и блок-схемы этих устройств защиты. Блок-схема терминала «Сириус-2Л» представлена на рисунке 1.

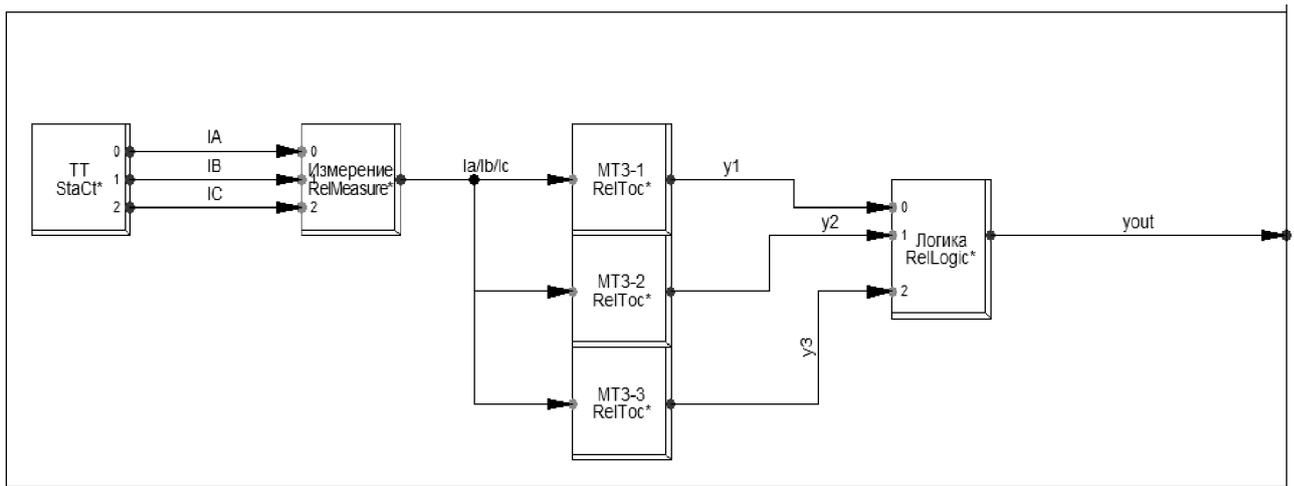


Рис. 1. Блок-схема терминала «Сириус-2Л»

На основе расчета токов короткого замыкания нормального режима рассчитываем уставки защит. Параметры защит представлены в таблице.

Таблица

### Параметры защиты

№	Устройство РЗА	Элемент	Степень (Фаза)	Ток [pri.A]	Ток [sec.A]	Ток [p.u.]	Время, с	Характеристика
1	Сириус-Т3	Т1	MT3 перегрузки	138	4,60	0,92	2,5	Независимая
			MT3 ВН	122	4,06	0,81	2	Независимая
			MT3 СН	248	3,1	0,62	2	Независимая
			MT3 НН	510	1,7	0,34	2	Независимая
2	Сириус-2Л	ЛДК-1	MT3	124,2	4,14	0,83	1,5	Независимая
			ТО	3240	108	21,6	0	Независимая

На последнем этапе моделирования релейной защиты PowerFactory строит карту селективности, по которой можно провести анализ селективности защит участка сети. Карта селективности представлена на рисунке 2.

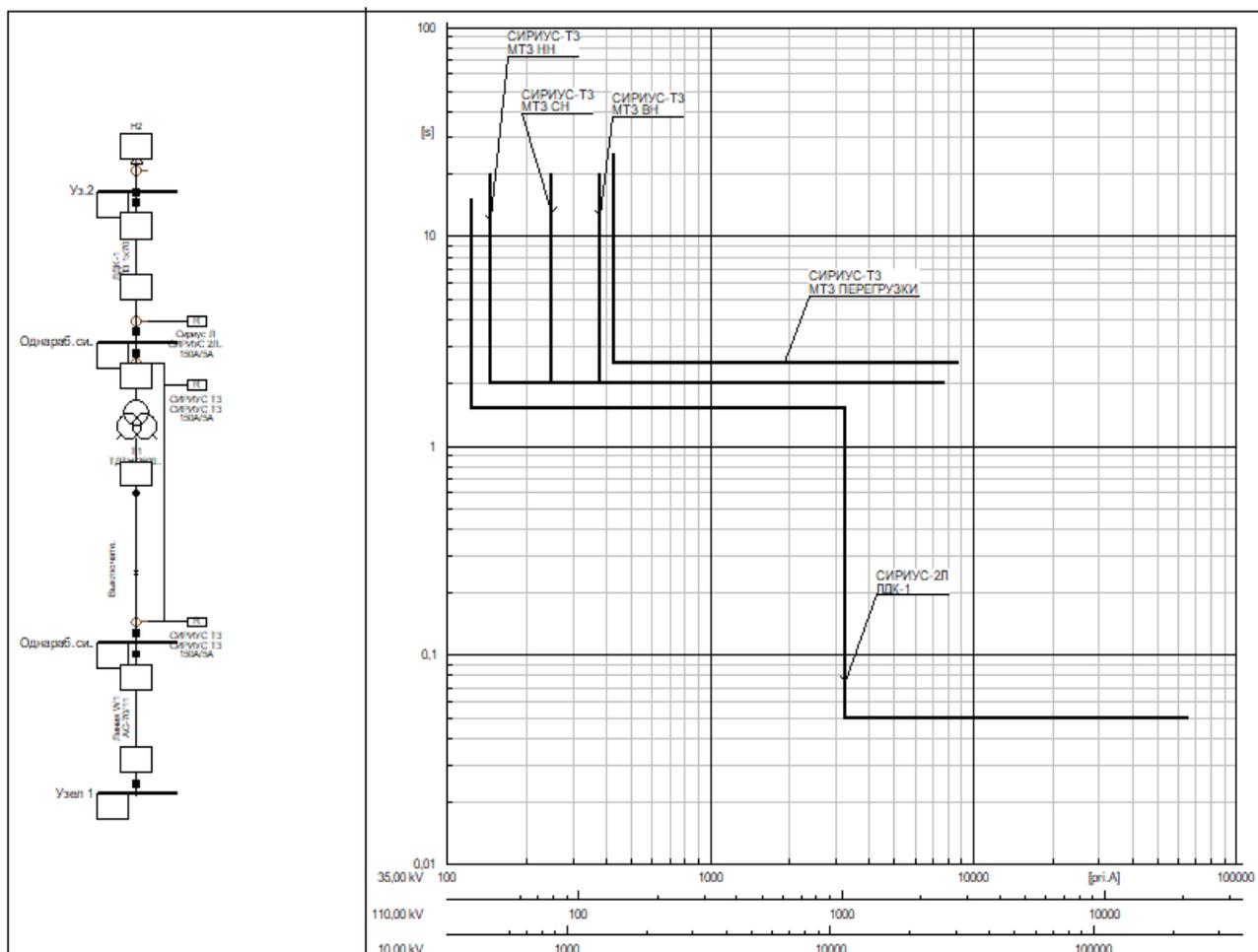


Рис. 2. Карта селективности

Практическая ценность в научной исследовательской работе заключается в возможности использования полученных результатов и разработанной методики моделирования, анализа и оценки работы релейной защиты, и внедрение программного комплекса в учебный процесс для студентов энергетических профилей подготовки.

## ВОЗМОЖНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ЭФФЕКТА ЗЕЕБЕКА В СОЗДАНИИ БЕСПЛАТНОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

*Д.С. Молчанов, В.С. Молчанов*

Вологодский государственный университет  
г. Вологда

На сегодняшний день в мире всё больше и больше возникает потребность в использовании электроэнергии. Для этого используются атомные электростанции, теплоэлектростанции, гидроэлектростанции и различные виды «зелёной энергии». Но не везде возможно провести линии электропередач.

Например, в России всё ещё остались регионы, куда невозможно провести электроэнергию по проводам. На это сказываются различные факторы, один из них – дороговизна проведения линий электропередач на большие расстояния, а второй – недоступность проведения электроэнергии в отдалённые населённые пункты из-за отсутствия дорог.

Также строительство большинства электростанций требует больших капиталовложений со стороны государства, в связи с этим возрастает и дальнейшая сумма денежных средств за использование такой электроэнергии. Что несёт за собой увеличение денежных затрат потребителей.

Одним из способов для получения бесплатного электричества – это использование эффекта Зеебека. Данный эффект гласит, что при различных температурах на концах разнородных проводников возникает термо-ЭДС. Значит, чем больше будет разность температур, тем больше будет и величина термо-ЭДС [1].

Так, ЭДС одного элемента Пельтье рассчитывается по формуле:

$$E = \alpha \cdot (T_1 - T_2), \text{ В} \quad (1)$$

где  $\alpha$  – коэффициент термо-ЭДС для конкретной пары металлов;

$T_1$  – температура одной стороны элемента, К;

$T_2$  – температура другой стороны элемента, К.

На рисунке 1 представлена модель простейшего генератора на основе эффекта Зеебека.

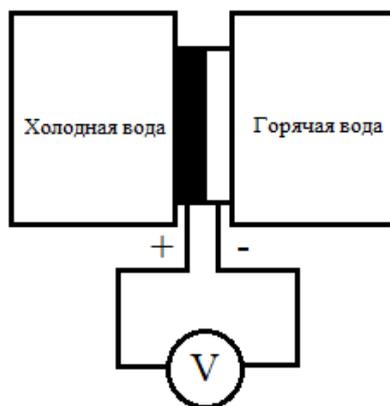


Рис. 1. Простейшая схема генератора на основе эффекта Зеебека

В качестве основного элемента для такого генератора используется элемент Пельтье. Внутри него располагаются два разнородных проводника, а между ними медная пластина. Для создания электроэнергии необходимо одну сторону нагревать, а вторую постоянно охлаждать [2].

Максимальная величина, которую сможет выработать генератор, составляет порядка 1–1,5 В. Для увеличения напряжения следует последовательно соединить несколько элементов Пельтье и включить в цепь преобразователь напряжения, который увеличит выходное напряжение почти в два раза. Также, чем больше будет разность температур между сторонами элемента, тем больше будет и величина проходимого тока. Поэтому в зимнее время, где средняя температура достигает  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , использование таких генераторов резко возрастает.

К достоинствам генератора на основе эффекта Зеебека можно отнести: простоту изготовления; отсутствие шумов, исходящих от устройства; выработку электричества даже при незначительных разностях температур. К недостаткам можно отнести: низкий КПД, он составляет примерно 10 %; высокую износостойкость генератора при сильном нагреве проводящих элементов.

На рисунке 2 представлена модель частного дома с использованием генератора на основе эффекта Зеебека.

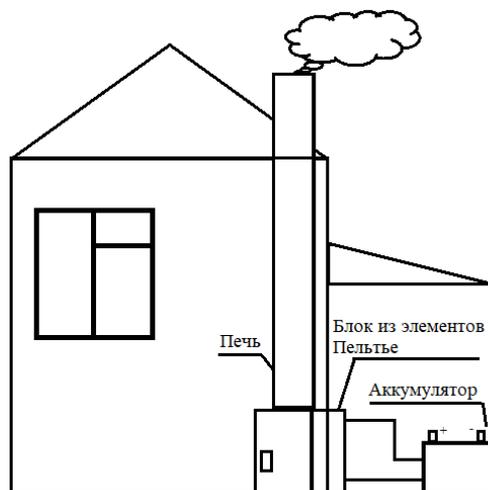


Рис. 2. Расположение оборудования для частного дома

1. Клиот, А. О роли вакансий в термомеханических и термоэлектрических явлениях/ А. Клиот // Электроника: наука, технология, бизнес. – 2007. – № 1. – С. 100–103. – (На грани). – Библиогр.: с. 103.

2. Сапожников, С. З. Основы градиентной теплотметрии / С. З. Сапожников, В. Ю. Митяков, А. В. Митяков; Министерство образования и науки Российской Федерации; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. – Санкт-Петербург : Издательство Политехнического университета, 2012. – 203 с.: схем., табл., ил. – ISBN 978-5-7422-3854-6.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПОВЫШЕНИЯ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

*П.А. Мороз*

*А.Н. Алюнов, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

*Вологодский государственный университет*

*г. Вологда*

Обеспечение электробезопасности – первостепенная задача проектировщика систем электроснабжения, имеющая приоритет над экономическими и технологическими возможностями оснащения электроэнергетических систем.

В настоящее время Россия находится на последних местах по количеству электротравм со смертельным исходом на 1 млн населения в год. Фаворитами по этому показателю являются Швеция, Австрия, Япония, Германия, Франция и США, с коэффициентом аварийности меньше 3. Коэффициент аварийности в России – 6.6 (2018 г.) [1]. Согласно статистике электротравматизма в крупнейшей электроэнергетической компании ПАО «РОССЕТИ» количество смертельных случаев поражения электрическим током с 2000 г. снизилось с 49 % до 35 %, тяжелых – возросло с 25 % до 38 %, легких – возросло с 26 % до 27 %. Количество электротравм на производстве за 2013–2019 г. показано на рисунке 1 [1, 2].

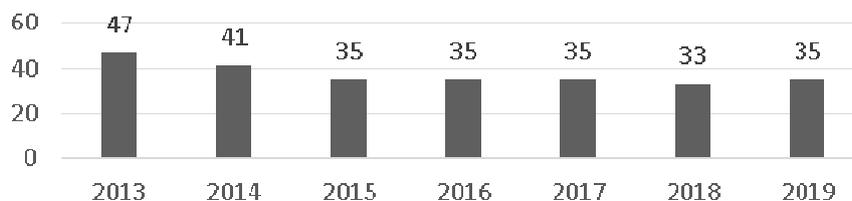


Рис. 1. Количество электротравм на производстве 2013–2019 г.

Основные причины электротравм в 2019 г.: вмешательство сторонних лиц (31 % случаев), природные явления (30 % случаев), старение оборудова-

ния (28 % случаев), недостатки эксплуатации (12 % случаев). 60 % случаев со стороны лицами – летальные, 23 % – тяжелые, 17% – легкие. 29 % из пострадавших сторонних лиц – несовершеннолетние [2]. Количество несчастных случаев с несовершеннолетними за 2018–2019 г. показано на рисунке 2.



Рис. 2. Статистика несчастных случаев с несовершеннолетними за 2018–2019 г.

В 2019 г. количество электротравм у несовершеннолетних возросло на порядок. Отдельно за III квартал 2019 г. общее количество травм возросло на 166 % (с 4 до 11), количество летальных – не изменилось, количество тяжелых случаев возросло на 133 % (с 3 до 7), легких случаев – возросло на 100 % (с 0 до 1) [2].

Для каждой причины существует комплекс мер противодействия, который необходимо постоянно совершенствовать и улучшать, и если для защиты от стихийных явлений нам остается предсказывать и быстро реагировать, то для остальных мероприятий противодействия возможны качественные улучшения.

В 2018 г. ДЗО ПАО «РОССЕТИ» по Вологодской области проводились открытые уроки у детей старших и младших классов. В 2019 г. уроки не проводились. Это весомое упущение. Обучение несовершеннолетних правилам безопасности в отношении электрического тока необходимо проводить регулярно. Для этого была создана социальная программа «Профилактика и предотвращение несчастных случаев поражения электрическим током несовершеннолетних». Программа включает в себя регулярные визиты в учебные заведения студентов электроэнергетических специальностей для обучения несовершеннолетних правилам безопасности, а также получения опыта аудита.

Из-за множества объектов и огромной территории России существует проблема старения оборудования. В рамках филиала ПАО «РОССЕТИ» по Вологодской области было принято решение воздействовать на проблему через приказ «О перечне опасных и узких мест на подстанциях ПО Вологодские Электрические Сети», путем регулярного осмотра Подстанций и внесение в приказ всего оборудования, техническое исполнение которого устарело и не отвечает новым правилам безопасности.

В качестве улучшения организационной части проблемы высокого электротравматизма были составлены методические материалы по темам: «Безопасная эксплуатация электроустановок», «Применение средств защиты», «Правила устройства электроустановок». Для размещения материалов планируется задействовать электронный портал «Онлайн Электрик», что позволит организовать свободный доступ к материалам для студентов и работников организаций. Кроме того, необходимо участие проработку несчастных случаев, усилить внимание на опасные участки работы и использовании средств защиты при целевом инструктаже.

1. Электротравматизм в российской энергетике (2000–2009 гг.) : [сайт]. – Великие Луки, 2001 – . – URL: <https://www.elec.ru/analytics/elektrotravmatizm-v-gossijskoj-energetike-20002009/> (дата обращения: 25.03.2020). – Текст. Изображение: электронные.

2. Общероссийское отраслевое объединение работодателей электроэнергетики «Энергетическая работодательская Ассоциация России». Информационно-аналитический материал о состоянии производственного травматизма и профессиональных заболеваний в электроэнергетике Российской Федерации: подготовлен ассоциацией «ЭРА России» 5 января 2018 г. : [б. и.], 2018. – 69 с. : факс. 20 см. – Текст : непосредственный.

## **МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ СОПРОТИВЛЕНИЙ КОНТАКТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ КОММУТАЦИОННЫХ АППАРАТОВ**

*А.М. Мусина*

*Е.И. Грачева, научный руководитель, д-р техн. наук, доцент  
Казанский государственный энергетический университет  
г. Казань*

Интенсивное развитие низковольтного аппаратостроения в настоящее время обусловлено вводом новых мощностей на промышленных предприятиях, увеличением числа мелких и средних производств.

Расширяются области применения аппаратов и ужесточаются требования к ним. Вместе с тем не все технические параметры аппаратов бывают указаны в паспортных данных. В частности, не всегда указывается сопротивление силовой цепи аппарата, нет также требований и ГОСТов на сопротивления электрических аппаратов.

Для исследования величины сопротивлений контактных соединений применяется метод амперметра–вольтметра [2, 3, 4], который состоит в том, что по контактам аппарата во включенном состоянии пропускается по-

стоянный или выпрямленный ток и измеряются ток и падение напряжения на контактах аппарата.

Эквивалентное сопротивление аппаратов может зависеть от ряда величин, таких как род тока (переменный или постоянный), от значения этого тока и времени его воздействия.

Для того, чтобы выбрать методику экспериментального определения сопротивления силовой цепи аппарата, были проведены предварительные исследования о влиянии вышеперечисленных факторов.

Измерения сопротивлений проводились на автоматических выключателях, контакторах, магнитных пускателях, предохранителях, рубильниках и пакетных выключателях. Одновременно проводились измерения сопротивлений силовых цепей этих же аппаратов при протекании по ним постоянного тока 5–10 А.

Результаты экспериментальных данных, впервые представленные в нашей работе [5], показывают, что сопротивления силовой цепи аппарата изменяются в зависимости от величины тока, рода тока и времени его протекания в пределах  $\pm 5\%$ , т.е. в пределах инженерной точности измерений и разброса параметров. Поэтому в дальнейшем для исследования сопротивлений силовой цепи аппаратов была принята схема измерения на постоянном токе.

Измерения сопротивлений проводились для отдельных точек аппарата, соответствующих схеме замещения его электрической цепи. Каждый замер проводился не менее трех раз и определялось среднее значение сопротивления.

Проведенные экспериментальные исследования показали, что основное сопротивление силовой цепи аппарата включает в себя сопротивление таких элементов, как контактная группа, датчик теплового реле, катушка максимального реле. Сопротивление болтовых присоединений аппарата составляет небольшую долю общего сопротивления коммутационного аппарата [1].

1. Грачева, Е. И. Оценка величины потерь электроэнергии в электрических сетях до 1000 В / Е. И. Грачева, О. В. Наумов // Проблемы энергетики. – 2003. – № 1–2. – С. 108–117.

2. Немцев, А. Г. Качество электроэнергии и режимы ее потребления в системах электроснабжения: монография / А. Г. Немцев, Г. А. Немцев. – Чебоксары : Чуваш. гос. ун-т им. И.Н. Ульянова, 2010. – 439 с.

3. Основы кабельной техники: учебник для вузов / В. М. Леонов, И. В. Пешков, И. Б. Рязанов, С. Д. Холодный; под. ред. И. Б. Пешкова. – Москва : Издательский центр «Академия», 2006. – 432 с.

4. Острейковский, В. А. Теория надежности: учебник для вузов / В. А. Острейковский. – 2-е изд., испр. – Москва : Высш. шк., 2008. – 463 с.

5. Шевченко, В. В. К расчету потерь электроэнергии в цеховых сетях / В. В. Шевченко, Е. И. Грачева // Промышленная энергетика. – 1996. – № 7. – С. 27–28.

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ЖИЛОГО МИКРОРАЙОНА

*Е.А. Олейникова*

*В.В. Орлов, научный руководитель, канд. техн. наук, профессор*

*Академии военных наук*

*Учебный центр «Энергетик»,*

*И.Ю. Сергиевская, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

*Вологодский государственный университет*

*г. Вологда*

Одной из многих проблем электроэнергетики является вопрос о сокращении потерь электроэнергии и улучшении ее качества в распределительных сетях напряжением 10/0,4 кВ.

Из-за постоянного роста тарифов на электроэнергию и несовершенства схем электроснабжения городских жилых микрорайонов все больше становится актуальным вопрос о внедрении энергосберегающих технологий [1].

На примере жилого микрорайона «Сосновая роща» г. Вологды был проведен ряд исследований, подробно показывающий, какие методы оптимизации потерь электроэнергии возможно применить для решения данного вопроса.

Данное исследование направлено на развитие теоретических положений в области совершенствования методов энергосбережения в электрических сетях напряжением 0,4–10 кВ с применением современных методов снижения потерь электроэнергии.

Для того, чтобы снизить значение потерь электроэнергии, предлагается применение трансформаторов АТМГ-1000/10/0,4. Главной конструктивной особенностью трансформаторов АТМГ является магнитопровод, выполненный из аморфного сплава. Данный материал имеет очень низкие потери холостого хода. Магнитопроводы из аморфных сплавов имеют значительно меньшие удельные магнитные потери по сравнению с аналогами из электротехнической стали, обладают высокой магнитной проницаемостью и индукцией насыщения на высоких частотах [2]. По данным технического учета электроэнергии за 2018 год был произведен расчет потерь мощности и электроэнергии в силовых трансформаторах (табл. 1).

Таблица 1

### Результаты расчета потерь мощности и электроэнергии в силовых трансформаторах ТМГ-1000/10/0,4 и АТМГ-1000/10/0,4

Параметр	Ед. изм.	Значение	
Коэффициент загрузки ( $K_3$ )	-	0,3	
Годовое значение потерь активной энергии в трансформаторе ( $W_{ат}$ )	кВт·час	17328,19	7796,98
Годовая стоимость потерь активной энергии в трансформаторе (С)	руб/год	64634,13	29082,74

Применение АТМГ-1000/10/0,4 позволяет снизить потери электроэнергии в 2,2 раза. При расчете потерь мощности и электроэнергии в силовых трансформаторах было выявлено, что коэффициент загрузки равен 0,3, что существенно отличается от «советских» рекомендуемых норм 0,65–0,7 (табл. 2).

Таблица 2

### Рекомендуемые коэффициенты загрузки трансформаторов ТП

Коэффициент загрузки трансформатора	Вид трансформаторной подстанции и характер нагрузки
0,65 ... 0,7	Двухтрансформаторные ТП с преобладающей нагрузкой I категории
0,7 ... 0,8	Однотрансформаторные ТП с преобладающей нагрузкой II категории при наличии взаимного резервирования по переключкам с другими подстанциями на вторичном напряжении
0,9 ... 0,95	Трансформаторные подстанции с нагрузкой III категории или с преобладающей нагрузкой II категории при возможности использования складского резерва трансформаторов

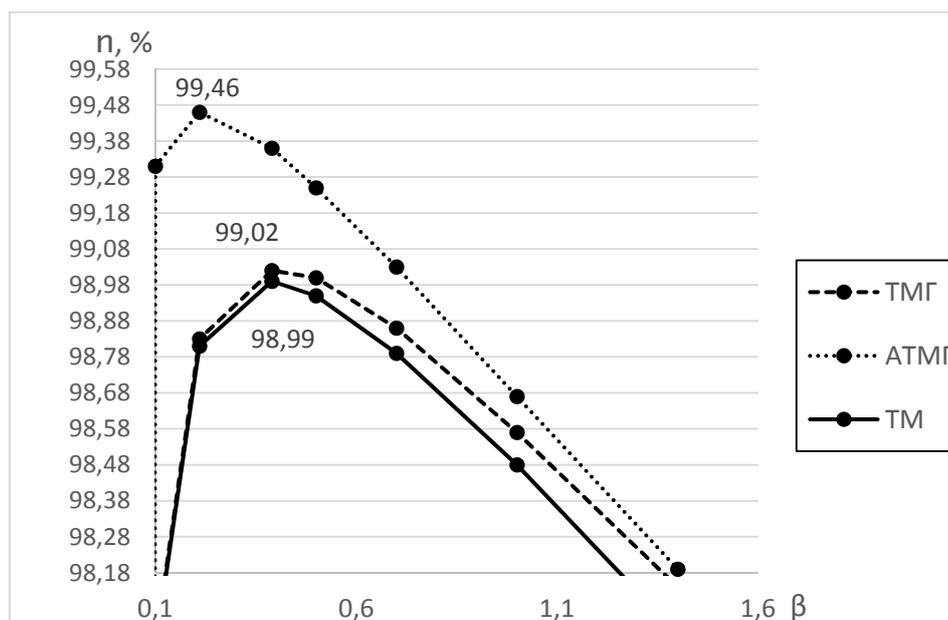


Рис. Графики зависимости КПД от коэффициента загрузки трансформатора  $\beta_{mp}$

Эксплуатация силовых трансформаторов при  $K_3=0,65-0,7$  менее эффективна из-за снижения КПД. Более целесообразно использовать  $K_3=0,2-0,35$ , т.к. КПД при этом достигает больших значений, что способствует снижению потерь в трансформаторе и экономии электроэнергии. При таком значении коэффициента загрузки высвобождается дополнительный запас мощности, что позволяет загрузить трансформатор при возникновении пиков нагрузки. На рисунке изображены графики зависимости КПД от коэффициента загрузки трансформаторов разных типов: ТМ, ТМГ и АТМГ. Четко отслеживается тен-

денция повышения эффективности трансформации. График подтверждает, что применение трансформатора АТМГ при  $K_3=0,21$  дает наивысшее значение КПД=99,46 %.

1. Карапетян, И. Г. Справочник по проектированию электрических сетей / И. Г. Карапетян, Д. Л. Файбисович, И. М. Шапиро. – 4-е изд. – Москва : ЭНАС, 2016. – 376 с.

2. Хавроничев, С. В. Современные тенденции применения аморфных сплавов в магнитопроводах силовых трансформаторов / С. В. Хавроничев, А. Г. Сошинов, В. С. Галушак, Т. В. Копейкина // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – № 12, 2015. – 607–610 с.

## РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА ЗАКРЫТЫХ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК НАПРЯЖЕНИЕМ 0,4–10 КВ С РАСПОЗНАВАНИЕМ ПОВРЕЖДЕНИЙ, СОПРОВОЖДАЕМЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГОЙ

*И.Т. Пак*

*В.П. Максимов, научный руководитель, д-р пед. наук, профессор  
Сахалинский государственный университет  
г. Южно-Сахалинск*

На электрических станциях России и мира в приводах механизмов собственных нужд в основном применяется асинхронный двигатель (АД) с короткозамкнутым ротором. Надежная работа механизмов собственных нужд является одним из основополагающих факторов безостановочной работы электрической станции в целом.

Высоковольтные короткозамкнутые АД на электрических станциях работают в тяжелых условиях пуска, как следствие эти двигатели имеют высокие значения отказов, и одним из слабых узлов у них является обмотка ротора.

В настоящее время повреждения обмотки ротора выявляются в основном в период капитальных ремонтов. При эксплуатации таких АД возрастают потребляемая мощность и вибрация, что сказывается на продолжительности работы подшипников и тепловом режиме работы машины.

Существующие на сегодняшний день методы функционального контроля не нашли широкого применения на АД собственных нужд станций, поскольку разработанные устройства обладают низкой чувствительностью к обрыву одного стержня и при этом не имеют четких диагностических критериев дефекта.

Поэтому разработка методов и устройств функциональной диагностики состояния обмоток ротора мощных АД является актуальной задачей.

Объектом исследования является электрооборудование электростанций, в состав собственных нужд которых входят высоковольтные АД.

Цель работы заключается в разработке интеллектуальной системы функциональной диагностики короткозамкнутой обмотки ротора АД на основе вейвлет-разложения модуля результирующего вектора токов статора.

Задачи:

- разработка методики математического моделирования АД с короткозамкнутым ротором для расчета токов в его обмотках при обрыве стержней «беличьей клетки»;
- обоснование способа определения дефектов короткозамкнутой обмотки ротора, основанного на кратномасштабном вейвлет-анализе токов статора АД;
- разработка способов и алгоритмов для определения величины скольжения АД на основе спектрального анализа токов статора;
- разработка алгоритмов и прикладных программ, реализующих устройства функциональной диагностики повреждений «беличьей клетки» ротора АД на базе штатных измерительных средств.

При выполнении исследований применялись методы теории электрических машин, дифференциальных и интегральных исчислений, гармонического анализа, вейвлет-преобразований и нечеткой логики. Исследования проводились в программных средах Matlab/Simulink и Mathcad.

Научная новизна:

- разработана математическая модель АД с короткозамкнутым ротором, дающая возможность рассчитывать токи в обмотках ротора и статора практически во всех эксплуатационных режимах при повреждениях «беличьей клетки» с точностью, достаточной для реализации систем функциональной диагностики;
- теоретически обоснованы диагностические признаки повреждений «беличьей клетки» ротора, основанные на кратномасштабном вейвлет-анализе токов статора АД.

Выводы:

1. Выявлено, что высокий уровень интенсивности отказов АД по вине повреждений «беличьей клетки» на пылеугольных электростанциях обусловлен тяжелыми условиями работы и пуска, при этом отказ электроприводов механизмов собственных нужд может привести как к снижению вырабатываемой мощности, так и к полному останову энергоблока.

2. Разработана методика расчета токов в АД при несимметрии обмотки ротора с погрешностью около 10 % на основе системы дифференциальных уравнений в нормальной форме Коши для  $m$ -фазной системы координат, приведенной к ротору.

3. Усовершенствованы способы измерения скорости вращения вала АД и частоты тока в обмотке ротора на основе спектрального анализа токов статора.

4. Доказана возможность диагностирования неисправностей АД в эксплуатационных режимах работы посредством выявления локальных особен-

ностей изменения спектрального состава во временных осциллограммах обобщенного вектора тока с использованием вейвлет-анализа.

1. Глазырина, Т. А. Функциональная вейвлет-диагностика состояния обмоток роторов трехфазных электрических машин / Т. А. Глазырина, В. И. Полищук [и др.] // Электричество. – 2012. – № 6. – С. 42–45.

2. Глазырина, Т. А. Определение частоты вращения и скольжения асинхронного двигателя по спектральному составу токов в обмотках статора / Т. А. Глазырина [и др.] // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. – 2009. – № 6. – С. 23–26.

## ЛАБОРАТОРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ

*С.Н. Попова*

*В.П. Максимов, научный руководитель, д-р пед. наук, профессор*  
Сахалинский государственный университет  
г. Южно-Сахалинск

Экологичность – одно из главных преимуществ использования солнечной энергии. На производстве, транспорте и в быту постепенно внедряется использование фотогальванических элементов для производства электроэнергии. Исходя из этого, актуальной является задача высших учебных заведений способствовать развитию данной отрасли.

В Сахалинском государственном университете приобретена и используется лабораторно-экспериментальная установка для исследования солнечной энергетики производства компании Lucas Nulle (ФРГ). Формирование теоретических знаний и приобретение практических навыков – это главная цель выполнения учебных исследований. При помощи программного обеспечения управления сетями и управляемых приборов нагрузки осуществляется эмуляция энергопотоков, приближенных к реальным условиям.

Посредством солнечного модуля с эмуляцией движения Солнца возможно проведение экспериментов при различных условиях. Также лабораторный стенд содержит три несвязные копии солнечных модулей, что позволяет производить подключение проводов в соответствии с рабочей схемой. Помимо этого, установка включает в себя солнечный аккумулятор, локальный инвертор, сетевой инверторный преобразователь, счетчик энергии, блок нагрузки, ламповую панель, регулятор заряда и аналогово-цифровой мультиметр.

В первую очередь, в ходе проведения экспериментов студенты изучают принцип действия и строение солнечных электростанций, а также проводят исследования явлений синхронизации панелей с электрической сетью.

Лабораторный комплекс позволяет проводить ряд экспериментов:

- исследование солнечных панелей, выбор их оптимального положения;
- запись характеристик, монтаж солнечных установок;
- сборка и тест автономной установки в прямом, аккумулирующем и в режиме подачи электроэнергии в сеть;
- измерение вырабатываемой энергии;
- определение коэффициента полезного действия сетевого инвертора;
- исследование поведения солнечной установки при аварии электрической сети.

В процессе освоения лабораторной установки как средства обучения перед группой студентов была поставлена задача смоделировать, спроектировать фотоэлектрическую систему и внедрить её работу в прямом режиме выработки или в режиме хранения электрической энергии.

В ходе выполнения экспериментов студенты смогли расширить свои знания в области солнечной энергетики, в том числе освоить базовые сведения изготовления солнечных батарей, познакомиться с принципами работы солнечного излучения, а также разработать технические мероприятия их внедрения в системы электроснабжения промышленных предприятий, офисных и жилых зданий.

Проверка знаний студентов осуществляется при помощи тестовых заданий, включенных в программное обеспечение. В связи с тем, что лабораторный комплекс произведен в Германии, ответы к тестовым заданиям не всегда соответствуют местным реалиям. Решением этой проблемы является создание собственных тестов, которые будут отвечать климатическим условиям в Сахалинской области. Таким образом, студенты будут более приспособлены к работе с сахалинскими солнечными электростанциями.

Сахалинский государственный университет включает в учебные планы проведение лабораторных экспериментов, чем оказывает влияние на развитие данной отрасли. Благодаря этому тематика солнечной энергетики отражена в выпускных квалификационных работах студентов, что способствует созданию новых солнечных электростанций в регионе.

1. Мультимедийный курс «Солнечная энергия» [Электронный ресурс] URL: <http://www.phylab.ru/mul-timedijnyj-kurs-solnechnaja-jenergija-6-2.html> (дата обращения: 06.03.2020).

2. Компания Lucas-Nülle GmbH [Электронный ресурс] URL: <https://www.lucas-nuelle.ru> (дата обращения: 06.03.2020).

## ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ И ВОЗМОЖНЫЕ СПОСОБЫ ИХ РЕШЕНИЯ

*Е.С. Привезенцев, Т.И. Стаценко, Д.Е. Баев  
В.П. Максимов, научный руководитель, д-р пед. наук, профессор  
Сахалинский государственный университет  
г. Южно-Сахалинск*

Энергетика – это та отрасль производства, которая развивается невиданно быстрыми темпами. Если численность населения в условиях современного демографического взрыва удваивается за 40–50 лет, то в производстве и потреблении энергии это происходит через каждые 12–15 лет. При таком соотношении темпов роста населения и энергетики, энерговооруженность лавинообразно увеличивается не только в суммарном выражении, но и в расчете на душу населения. При этом очень сильно загрязняя окружающую среду и экологию в целом.

Среда обитания – это та часть природы, которая окружает организм и с которой он непосредственно взаимодействует.

Нет основания ожидать, что темпы производства и потребления энергии в ближайшей перспективе существенно изменятся (некоторое замедление их в промышленно развитых странах компенсируется ростом энерговооруженности стран третьего мира), поэтому важно получить ответы на следующие вопросы:

1. Какое влияние на биосферу и отдельные ее элементы оказывают основные виды современной (тепловой, водной, атомной) энергетики и как будет изменяться соотношение этих видов в энергетическом балансе в ближайшей и отдаленной перспективе?

2. Можно ли уменьшить отрицательное воздействие на среду современных (традиционных) методов получения и использования энергии?

3. Каковы возможности производства энергии за счет альтернативных (нетрадиционных) ресурсов, таких как энергия солнца, ветра, термальных вод и других источников, которые относятся к неисчерпаемым и экологически чистым?

Несомненно, что в ближайшей перспективе тепловая энергетика будет оставаться преобладающей в энергетическом балансе мира и отдельных стран. Велика вероятность увеличения доли углей и других видов менее чистого топлива в получении энергии. В этой связи рассмотрим некоторые пути и способы их использования, позволяющие существенно уменьшать отрицательное воздействие на среду. Эти способы базируются в основном на совершенствовании технологий подготовки топлива и улавливания вредных отходов. В их числе можно назвать следующие:

1. Использование и совершенствование очистных устройств.

2. Уменьшение поступления соединений серы в атмосферу посредством предварительного обессеривания (десульфурации) углей и других видов топлива (нефть, газ, горючие сланцы) химическими или физическими методами.

3. Большие и реальные возможности уменьшения или стабилизации поступления загрязнений в среду связаны с экономией электроэнергии.

4. Существуют также различные альтернативные источники получения энергии.

5. Заметно повышается также КПД топлива при его использовании вместо ТЭС на ТЭЦ.

Основные современные источники получения энергии (особенно ископаемое топливо) можно рассматривать в качестве средства решения энергетических проблем на ближайшую перспективу. Это связано с их исчерпанием и неизбежным загрязнением среды. В этой связи важно познакомиться с возможностями использования новых источников энергии, которые позволили бы заменить существующие. Их можно использовать следующим образом: солнце как источник тепловой энергии, солнце как источник электрической энергии, использование солнечной энергии через фотосинтез и биомассу, ветер как источник энергии, возможности использования нетрадиционных гидроресурсов, энергетические ресурсы морских, океанических и термальных вод, термоядерная энергия.

1. Бушуев, В. В. *Мировая энергетика: состояние, проблемы, перспективы* / В. В. Бушуев. – Москва : Энергия, 2018.

2. *Глобальные проблемы биосферы*. – Москва : Наука, 2017.

3. Лавров, С. Б. *Глобальные проблемы современности: часть 2*. – Санкт-Петербург, 2013.

4. Ерофеев, Б. В. *Экологическое право: Учебник для вузов*. – Москва : Юриспруденция, 2015

**СРАВНЕНИЕ СТАНДАРТОВ МОЛНИЕЗАЩИТЫ***Е.Д. Рогачёв**В.Е. Мещеряков, научный руководитель, канд. техн. наук*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В настоящее время существует большое количество стандартов и нормативов в области молниезащиты (далее МЗ). Проблема такого разнообразия в абсолютном противоречии между этими документами. Для примера в данной статье будут рассмотрены способы построения внешней МЗ по действующим в настоящее время стандартам РД 34.21.122-87, СО-153-34.21.122-2003, ВСП 22-02-07, МЭК 62305 (далее РД, СО, ВСП, МЭК) для одного и двух стержней высотой 30 метров с надёжностью 0.9.

В стандарте РД и СО зона защиты представляет собой конус, вершина которого находится ниже высоты молниеотвода. В данном случае для высоты менее 150 метров вершина конуса будет определяться по формуле:

$$h_0 = 0,85 \cdot h, \text{ (м)}, \quad (1)$$

где  $h$  – высота молниеотвода;

$h_0$  – вершина зоны защиты.

Радиус защиты на уровне земли в стандарте РД рассчитывается по формуле:

$$r_0 = (1,1 - 0,002 \cdot h) \cdot h, \text{ (м)}. \quad (2)$$

Радиус защиты в стандарте СО рассчитывается по формуле:

$$r_0 = 1,2 \cdot h, \text{ (м)}. \quad (3)$$

Стандарт ВСП предназначен для расчета МЗ объектов военной инфраструктуры. В основу ВСП легли крупномасштабные исследования в длинном искровом промежутке. Зона защиты начинается с вершины молниеотвода, угол защиты зависит от площади защищаемого объекта, высота которого не должна превышать 15 м.

Стандарт МЭК предлагает рассчитывать зоны защиты молниеотводов тремя способами: катящейся сферы, защитного угла, защитной сетки [1].

Рассмотрим метод катящейся сферы, рекомендуемый стандартом МЭК как универсальный и подходящий для применения для объектов любой сложности. В данном методе зона защиты представляется в виде следа от прокатившейся по молниеотводу сферы.

По каждому методу для сравнения был выполнен расчёт зон защиты. Для одиночного молниеотвода наиболее жесткое решение дает стандарт ВСП. Остальные стандарты имеют качественное совпадение в рамках задач

МЗ. Изображение зон защиты одиночного молниеотвода представлено на рисунке 1.

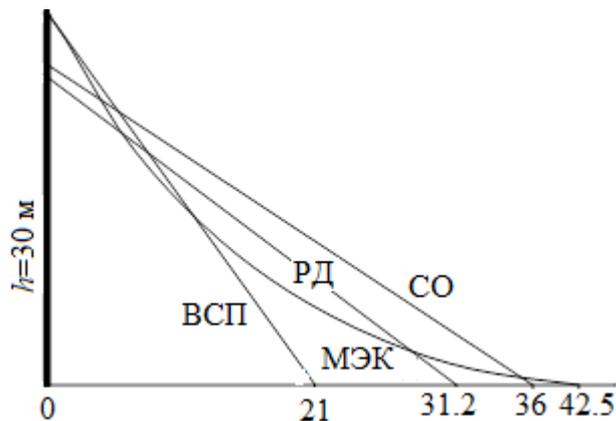


Рис. 1. Зоны защиты одиночного молниеотвода

Используя двойной молниеотвод стандарт МЭК не учитывает взаимного влияния молниеотводов. Этот недостаток метода отмечен как в отечественной, так и в зарубежной литературе [1]. Для двойного молниеотвода прослеживаются те же тенденции, что и для одиночного. Зоны защиты двойного молниеотвода представлены на рисунке 2.

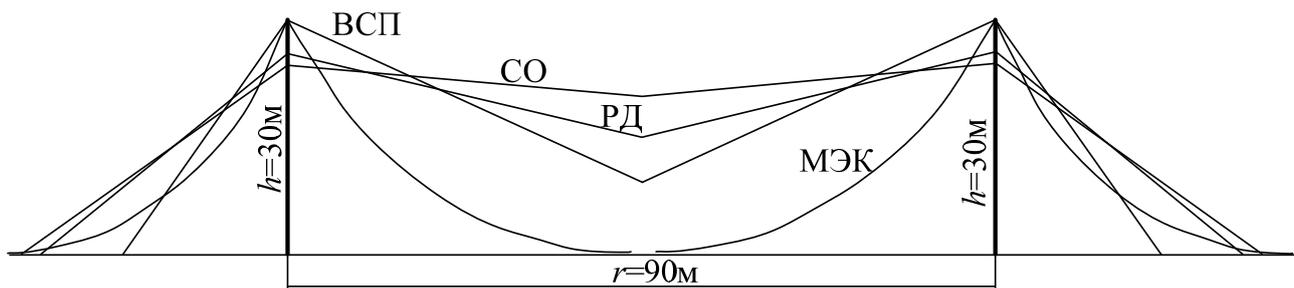


Рис.2. Зоны защиты двойного молниеотвода

Современный научный подход базируется на методах имитационного моделирования нисходящего лидера молнии (стохастическая модель) с учетом встречного лидера с объекта, но такие методы сложны и далеки до внедрения в инженерную практику. «Золотой серединой» между трудоемкостью и адекватностью физики молнии является модель прямолинейного лидера молнии. На сегодняшний день существует несколько критериев развития встречного лидера, изучение которых является целью дальнейшего исследования.

Площадь стягивания молнии к объекту – параметр, определяющий количество ударов молнии в систему молниеотвод-объект. Определен эмпирически и нуждается в корректировке на основании математического анализа. Разработка инженерных рекомендаций в области МЗ – цель диссертационного исследования

1. Шишигин, С. Л. Зоны защиты молниеотводов: учебное пособие / С. Л. Шишигин, В. Е. Мещеряков. – Вологда : ВоГУ, 2016. – 79 с.: ил.

## КОНЦЕНТРАТОРЫ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

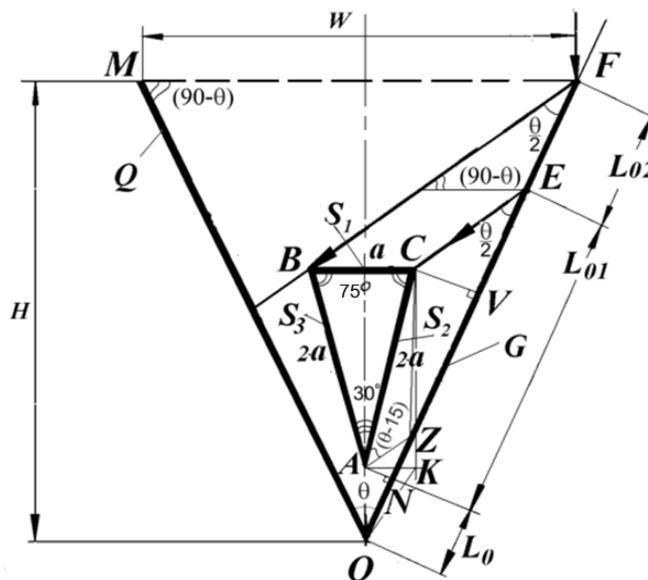
*А.М. Руденко*

*Ю.В. Шипулина, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент  
Астраханский государственный технический университет  
г. Астрахань*

Для повышения коэффициента полезного действия солнечных батарей могут применяться плоские зеркальные отражатели, увеличивающие потоки энергии солнечной радиации на фотоэлементы. Эффективность работы концентраторов заключается в оптимизации геометрических характеристик поглощающих и отражающих поверхностей и рациональном размещении элементов конструкции в фокусирующих устройствах.

Целью данного исследования является получение максимального оптического коэффициента концентрации солнечных лучей на поглощающую поверхность треугольной формы при различных изменениях геометрических параметров конструкции (угла раскрытия зеркал  $\Theta$ ) методом математического анализа.

Рассмотрим модель конструкции устройства, состоящего из двух плоских зеркал, фокусирующих солнечную энергию, падающую вертикально по нормали к поглощающей трубчатой поверхности, имеющей форму поперечного сечения в виде равнобедренного треугольника (рис.).



*Рис. Модель конструкции солнечного концентратора для определения коэффициента оптической концентрации*

Такая конструкция в отличие от равнобедренного треугольника имеет более компактные размеры по площади размещения в концентраторе.

В основе модели лежат математические зависимости, связывающие угол раскрытия зеркал  $\Theta$  и основной параметр трубчатой поверхности  $a$  с геометрическими параметрами  $L_0$ ,  $L_{01}$ ,  $L_{02}$  плоских зеркал. Причем в аналитическом исследовании допускаются следующие гипотезы: угол падения солнечного луча равен углу его отражения; лучи падают и отражаются параллельными равномерными потоками; солнечная энергия полностью отражается от зеркальных поверхностей и полностью поглощается поверхностями трубки, расположенной в центре зеркал.

При однократном отражении аналитические зависимости будут следующие:

$$L_0 = \frac{a * \cos(\Theta/2)}{2 \operatorname{tg}(\Theta/2)}; \quad OA = \frac{a}{2 \operatorname{tg}(\Theta/2)}; \quad H = L * \cos(\Theta/2); \quad W = 2L * \sin(\Theta/2);$$

$$L_{01} = \frac{a * \cos(\Theta/2)}{2 \operatorname{tg}(\Theta/2)} + |CZ| * \cos\left(180 - \arcsin\left[\frac{2a * \sin(\Theta - 15)}{|CZ|}\right] - \Theta/2\right) +$$

$$+ |CZ| * \frac{\sin\left(180 - \arcsin\left[\frac{a * \sin(\Theta - 15)}{|CZ|}\right] - \Theta/2\right)}{\operatorname{tg}(\Theta/2)};$$

$$|CZ| = \sqrt{(2a)^2 + \left(\frac{a}{2 \operatorname{tg}(\Theta/2)}\right)^2 - \frac{2a^2 * \cos(\Theta - 15)}{\operatorname{tg}(\Theta/2)}}; \quad L_{02} = \frac{a * \cos \Theta}{\sin(\Theta/2)}; \quad L = L_0 + L_{01} + L_{02} .$$

Оптический коэффициент концентрации  $C_0$  равен отношению полной энергии, фокусируемой на трубчатую поверхность, к энергии, падающей на верхнюю поверхность треугольной трубки. Треугольная форма трубки имеет следующие пропорции в размерах: верхняя грань размером  $a$ , боковые  $2a$ . Через геометрические параметры конструкции (длину конструкции можно опустить) уравнение будет выглядеть так:

$$C_0 = (a + 2a + 2a) / a .$$

Исследования, проведенные при различных изменениях параметров  $\Theta$  и  $W$  (площади раскрытия зеркал), по вышеприведенной конструкции показали, что максимальное значение  $C_0 = 5,32$  (при  $W=4a$  и  $\Theta = 45^\circ - 55^\circ$ ).

Практическая значимость таких исследований при одинаковой компактности известных и исследуемых поверхностей предполагает увеличение энергетической эффективности последних на 40 %, а снижение стоимости на 25 %.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ ГОРОДСКОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

*С.П. Синовац*

*В.А. Бабарушкин, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Релейная защита – это огромная управляющая система, представляющая собой совокупность согласованно и целенаправленно действующих, взаимосвязанных, разнообразных по природе элементов и автоматических устройств.

Создаваемая система релейной защиты должна обеспечить:

- повышение надежности электроснабжения потребителей за счет улучшения основных свойств (селективности, быстродействия, чувствительности и надежности) и выполнения всех своих основных функций по выявлению и локализации повреждений при работе как в составе централизованной системы управления подстанцией, так и при автономной работе устройств защиты, установленных на отдельных элементах подстанции;

- снижение ремонтно-эксплуатационных расходов за счет автоматического диагностирования и резервирования отдельных устройств защиты, временно выведенных из работы;

- повышение степени защиты от несанкционированного доступа по цифровым сетям к параметрам срабатывания релейной защиты и автоматики, а также к элементам управления подстанцией за счет четкого разграничения функций релейной защиты на базовые и сервисные.

В соответствии с [1] на проектируемых подстанциях должны быть установлены микропроцессорные терминалы релейных защит. Производят подобные терминалы многие фирмы, большинство из которых зарубежные, но существует несколько отечественных фирм, на продукцию которых будет сделан упор ввиду современной политики импортозамещения.

Требуется обеспечить терминалами релейной защиты и автоматики следующие силовые элементы:

- силовые трансформаторы 35/10/6 кВ;
- междушинный выключатель 35 кВ;
- шины 6 кВ, 10 кВ и 35 кВ;
- секционный выключатель 10 кВ и 6 кВ;
- ячейки КРУ-10 кВ и КРУ-6 кВ, включая ячейки рабочих вводов.

Для трансформаторов будут предусмотрены защиты от следующих видов повреждений:

- междуфазных замыканий в обмотках и на выводах;
- однофазных КЗ на землю в обмотках и на выводах, присоединенных к сети с глухозаземленной нейтралью;

- витковых замыканий в обмотках;
- токов в обмотках, обусловленных внешними КЗ;
- токов в обмотках, обусловленных перегрузками;
- понижения уровня масла в баке масляного трансформатора;
- однофазных замыканий на землю в сетях 10 и 35 кВ.

Для защиты понижающих трансформаторов от повреждений и ненормальных режимов в соответствии с [2] будут применяться следующие типы релейной защиты:

- газовая защита;
- продольная дифференциальная защита;
- защита от токов внешних КЗ;
- защита от однофазных замыканий на землю;
- защита от перегрузки;
- другие защиты, улучшающие основные свойства системы РЗА.

Для отходящих линий 10 и 35 кВ будут установлены защиты от междуфазных замыканий и однофазных замыканий на землю. В качестве основных защит от междуфазных коротких замыканий должны использоваться токовые защиты с зависимыми и независимыми от тока выдержками времени срабатывания.

Резервной защитой будет осуществлено дальнейшее резервирование всех защит смежных присоединений, в том числе защит трансформаторов, подключенных к ответвлениям на защищаемых ЛЭП.

Защита от однофазных замыканий на землю будет обеспечивать выявление поврежденного присоединения при изолированной и компенсированной (заземленной через индуктивное или активно-индуктивное сопротивление) нейтрали и иметь возможность действовать на отключение и на сигнал.

На вводных выключателях 10 и 35 кВ будут установлены специальные защиты, выполняющие функции комплекта основных токовых защит, и дополнительные функции управления. На секционных выключателях 10 и 35 кВ, кроме того, должны быть защиты, обеспечивающие АВР.

На всех секциях шин 10 и 35 кВ будет предусмотрена компенсация емкостных токов замыкания на землю, реализованная с помощью дугогасящих агрегатов на 10 кВ и дугогасящих катушек на 35 кВ. Автоматика управления ДГА и ДГК должна обеспечивать их настройку в резонанс по собственной частоте контура нулевой последовательности при заземлении нейтрали как через индуктивное, так и через активно-индуктивное сопротивление.

1. Булычев, А. В. Инновационные технико-экономические решения в релейной защите электрических систем / А. В. Булычев, В. А. Гуляев: Учеб. пособие. – Вологда : Вологодский государственный технический университет, 2008.

2. О единой технической политике в электросетевом комплексе. Положение ОАО «Россети», 2015.

**КООРДИНАЦИЯ ИЗОЛЯЦИИ В ВОПРОСАХ ГРОЗОЗАЩИТЫ****Н.А. Смирнов****В.Е. Мещеряков**, научный руководитель, канд. техн. наук

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Удары молнии в воздушную линию (ВЛ) электропередач являются основными причинами отключений ВЛ с последующим экономическим ущербом. Расчет грозозащиты проводят на цепных моделях с применением теории длинных линий (программа ЕМТР). Учитывается только активное сопротивление заземлителя, емкость оборудования подключают к удаленной земле, а не к заземлителю объекта, что является недостатком. Снять ограничения позволяет цепно-полевая модель при замене проводников эквивалентными стержнями.

Удар молнии в опору или грозозащитный трос ВЛ опасен для электрооборудования ПС только в случае обратного перекрытия гирлянды изоляторов опоры, когда напряжение на изоляции  $U=U_{\text{оп}}-U_{\text{пр}}$  превышает ВСХ изоляции, где  $U_{\text{оп}}$  – напряжение опоры в месте крепления гирлянды изоляторов,  $U_{\text{пр}}$  – напряжение провода. Заземлитель является основным фактором, определяющим напряжение опоры. Напряжение провода (через магнитные связи) зависит от тока молнии, распространяющегося по тросу. Использование 3D-модели ВЛ (рис. 1а) и ПС, включающей заземлители и проводники в воздухе, обеспечивает адекватное определение условий перекрытия изоляции.

Вольт-секундная характеристика (ВСХ) гирлянды изоляторов [1]:

$$U_{\text{разр}}(t) = 340l \left(1 + \frac{15}{t + 9.5}\right) [\text{кВ}], t [\text{мкс}],$$

где  $l$  – длина разрядного пути по гирлянде изоляторов. При напряжении 150 кВ примем длину  $l=1.35$  м ( $l=1.3-1.5$  м [1]). Гирлянда моделируется стержнем длиной  $l$ , который работает в режиме ключа. Вначале его проводимость нулевая. В момент времени  $t$ , когда напряжение на стержне превысит  $U_{\text{разр}}(t)$ , стержень становится идеальным проводником (в программе – медным проводником). При высоком сопротивлении заземлителя происходит перекрытие изоляции (рис. 1б), потенциал провода равен потенциалу опоры.

При перекрытии изоляции возникает волна перенапряжения с крутым фронтом (главная опасность), которая распространяясь по фазному проводу, далее по шинам ПС, воздействует на изоляцию высоковольтного оборудования ПС. При удаленном прорыве молнии на фазные провода, наиболее вероятным является набегание на ПС по фазному проводу ВЛ волны тока амплитудой 3.5 кА с фронтом 2.1 мкс [1].

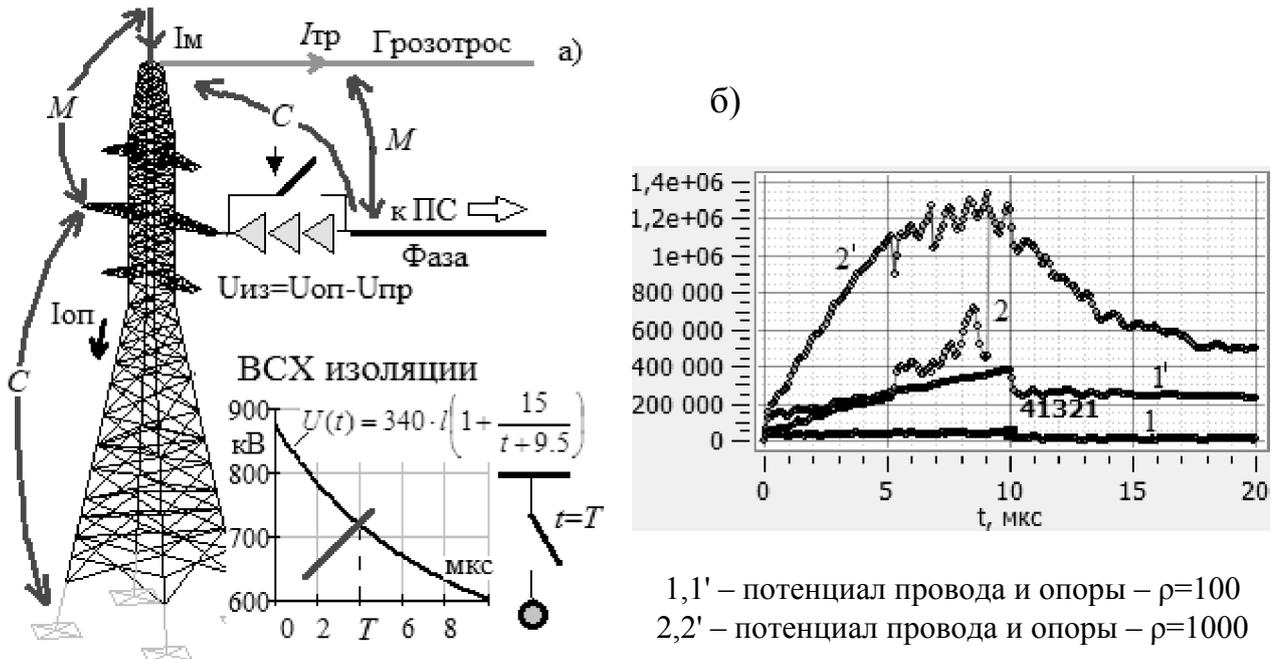


Рис. 1. Модель опоры (а) и результаты расчета изоляции опоры (б)

Вольтамперная характеристика нелинейного ограничителя перенапряжений (ОПН) определена по справочным данным. В шаговых алгоритмах ОПН моделируется статическим сопротивлением, величина которого пересчитывается на каждом временном шаге. Воздушная линия (рассматривается одна цепь) моделируется 4 опорами. Отброшенная часть ВЛ моделируется волновыми сопротивлениями (резистор 500 Ом для провода и 600 Ом для троса). Электрооборудование ПС моделировалось входными емкостями [1]. Уровень перенапряжений не превышает допустимое значение (480 кВ) с учетом ОПН.

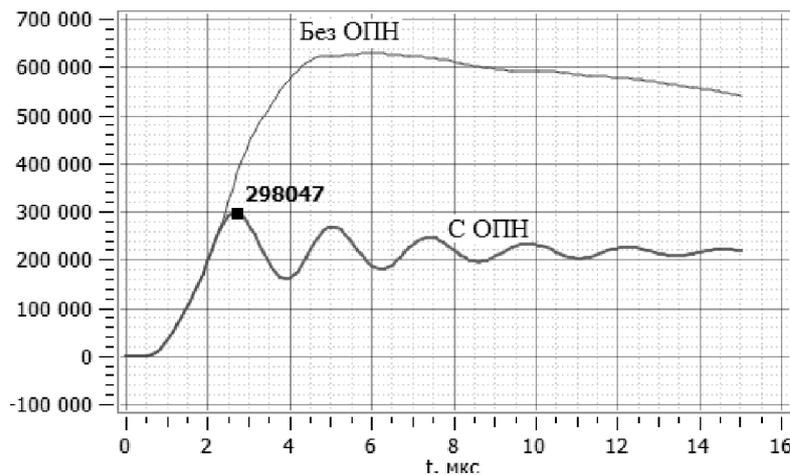


Рис. 2. Напряжение на трансформаторе при импульсе тока молнии 3.5 кА, 2.1/100 мкс

1. РД 153-34.3-35.125-99. Руководство по защите электрических сетей 6–1150 кВ от грозových и внутренних перенапряжений / под научн. ред. Н. Н. Тиходева. – Санкт-Петербург : Изд. ПЭИПК, 1999 – 227 с.

## ИННОВАЦИИ КАК ОСНОВНОЙ МЕХАНИЗМ ТРАНСФОРМАЦИИ ТРАНСПОРТНОЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛЕЙ

*М.Ю. Сусаренко*

*Б.В. Сорвиров, научный руководитель, д-р экон. наук, профессор  
Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины  
г. Гомель*

Высокий трафик в городах обусловлен тенденцией урбанизации. Организация Объединенных Наций прогнозирует, что к 2050 году около 64 % развивающихся стран и 86 % развитых стран будут урбанизированы [1].

Рост урбанизации и большие объемы трафика оказывает значительное влияние на качество воздуха в городах. Другие недостатки включают увеличение частоты несчастных случаев и шумовое загрязнение. В целом масштабы этих проблем особенно актуальны в некоторых крупных городах развивающихся стран.

Городские власти используют ряд стратегий управления движением, чтобы попытаться урегулировать трафик и связанные с ним проблемы, а также снизить нагрузку на окружающую среду:

- *зоны без автомобилей;*
- *без автомобильные города;*
- *пешеходные зоны;*
- *периоды без использования автомобилей;*
- *управление светофорами;*
- *зоны с низким уровнем выбросов [2].*

Транспортная отрасль в настоящее время стоит на пороге глубокой трансформации, заключающейся в синергии ряда тенденций: электрификации, автоматизации и экономики совместного использования (шеринговая экономика). В том числе выделяют ряд текущих и развивающихся тенденций в транспортной отрасли:

- *снижение стоимости владения автомобилями в развитых странах;*
- *появление на автомобильном рынке электромобилей;*
- *развитие шеринговых сервисов «автомобилей по требованию», как Uber, Lyft, Яндекс.Такси и т.д.;*
- *разработка автономных транспортных средств;*
- *сдвиг потребительского спроса/предложения в сторону «мобильности как услуги» (заключается в переходе от подхода к приобретению физического актива, к использованию автомобиля в рамках специализированного сервиса);*
- *развитие советующих технологий;*
- *энергетический сектор и климатическая политика.*

Одной из основополагающих тенденций является электрификация автомобильной промышленности. Рынок электромобилей продолжает быстро расти. В 2019 году мировой парк электромобилей превысил 5,1 миллиона единиц, что на 2 миллиона больше, чем в предыдущем году. На данное количество электромобильного транспорта пришлось 5,2 миллиона зарядных устройств, которые потребили около 58 ТВт·час электроэнергии, экономя при этом 36 Мт CO<sub>2</sub> по сравнению с эквивалентным парком двигателей внутреннего сгорания.

Еще одной основной тенденцией является разработка и развитие автономных транспортных средств.

Согласно исследованию McKinsey, автономные транспортные средства начнут городскую экспансию с 2030 года. Прогнозы показывают, что они значительно перевесят неавтономные транспортные средства в период между 2040 и 2050 годами.

Массовый переход на автономные электрические транспортные средства изменил бы не только всю транспортную отрасль, но и нашу повседневную жизнь. Прогнозируется, что электрические автономные транспортные средства устранят более 1,25 миллиона аварий на дорогах по всему миру каждый год, а также значительно уменьшат загрязнение воздуха, особенно в городах, где плотность автомобилей и загрязнение воздуха находятся на высоком уровне. В том числе, необходимо отметить, что пробки на дорогах уйдут в прошлое, так как автомобили совместного пользования будут связываться друг с другом и местной распределительной дорожной инфраструктурой, чтобы беспрепятственно определять движение транспорта.

Этот диапазон сценариев демонстрирует текущую неопределенность того, как эта технология может повлиять на экономику. Автономные электрические транспортные средства совместного пользования – это одна из ряда новых технологий в рамках Четвертой промышленной революции, которая может нарушить существующие экономические базисы и бизнес-модели.

Третьей основополагающей тенденцией глобальной трансформации транспортной отрасли является экономика совместного потребления (шеринговая экономика).

Автономные транспортные средства и шеринговая экономика, кардинально изменят транспортную отрасль в ближайшие десятилетия, неся серьезные последствия для электрификации автопарка и построения более эффективной системы электроснабжения.

Скоординированные парки автономных электрических транспортных средств могут быть в состоянии решать проблемы, связанные с дальностью действия, доступом к инфраструктуре зарядки и управлением временем зарядки. Технологии автоматизированного вождения также могут быть легче реализованы в электромобилях из-за большего количества компонентов, работающих по проводам. В настоящее время электромобили составляют только

около 1 % в мире, но эффекты кластеризации при внедрении электромобилей на местном уровне в сочетании с несогласованной зарядкой могут вызвать проблемы для распределительной сети и в конечном итоге потребовать больших инвестиций для ее реконструкции. Переход к совместно используемому, автоматизированному и электрическому транспортному парку принесет существенные преимущества для баланса энергосистемы при условии наличия необходимых цифровых технологий и стимулирующих мер.

Динамика развития, скорее всего, будет разной в разных городах и регионах, что обусловлено различиями в структуре производства электроэнергии и моделях мобильности.

Одностороннее совместное использование автомобилей быстро растет, но перераспределение транспортных средств может стать проблемой. Разрабатываемые односторонние концептуальные автомобили для совместного использования автомобилей могут решить эту проблему и предложить экономически эффективные решения для совместного использования автомобилей; а также снижение давления на парковку. Кроме того, эти системы совместного использования автомобилей могут интегрироваться с общественным транспортом через интермодальные соединения и стать важными компонентами городских транспортных систем будущего.

1. Энергетическое агенство (IEA). – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.connaissancedesenergies.org/sites/default/files/pdf-actualites/globalevoutlook2018.pdf>. – Дата доступа: 14.01.2020.

2. Bösch, PM, Becker, F., Becker, H. & Axhausen, KW (2018). Анализ затрат на услуги автономной мобильности. Транспортная политика, 64, 76–91. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.09.005>.

## **ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД В ОБУЧЕНИИ СПЕЦИАЛИСТОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ ВОПРОСАМ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

*А.А. Мун, В.В. Утюганова*

Омский государственный технический университет  
г. Омск

По данным российской статистики наибольший уровень производственного травматизма отмечается у мужчин в возрасте 20–39 лет, а у женщин – 25–39 лет. Высокий уровень травмирования молодых работников является следствием ряда причин: недостаток опыта, знаний и компетенций, излишняя самоуверенность в своих физических возможностях и пренебрежение требованиям охраны труда. В связи с этими факторами, усиливающими уязвимость

этой категории работников, работа с молодежью с целью повышения их компетенций и знаний в сфере охраны труда, повышения их культуры безопасности и осознания необходимости соблюдать требования безопасности не только на рабочем месте, но и в повседневной деятельности, является не просто важной задачей, но и может также существенно повлиять на статистику травматизма и снизить ее до минимальных значений [1].

Анализ существующих рабочих программ позволил выявить несовершенства, которые не в полной мере дают специалистам необходимые навыки. Так, например, рабочая программа по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» для бакалавров направления обучения 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» содержит в себе следующие модули по вопросам безопасности: опасности технических систем; основы физиологии труда и комфортные условия жизнедеятельности в техносфере; средства снижения травоопасности и вредного воздействия технических систем; управление безопасностью жизнедеятельности; защита населения в чрезвычайных ситуациях. Необходимые знания согласно трудовым функциям, разработанным для специалиста указанного выше направления, содержат больше вопросов, касающихся безопасности жизнедеятельности и труда. Но изучая модули стандартной рабочей программы, специалисты могут получить только базовые знания в области безопасности жизнедеятельности, и поэтому необходимо внести соответствующие коррективы в рабочую программу. Авторами предлагается внести следующие изменения в темы, необходимые для изучения:

Модуль 1: введение в дисциплину «Безопасность жизнедеятельности»; безопасность в производственной среде; основные опасные факторы при проведении работы электротехнического персонала. Модуль 2: законодательство по охране труда; нормативные документы по охране труда; ответственность работающих за нарушение законодательства об охране труда; мотивация на безопасный труд. Модуль 3: безопасные методы работы, действия при возникновении опасной ситуации; средства защиты работающих (СИЗ и СКЗ); несчастные случаи на производстве, аварии, взрывы, пожары, их причины, действия персонала в случае их возникновения. Модуль 4: требования электробезопасности; способы оказания первой помощи пострадавшим при несчастных случаях; требования охраны труда к организации рабочего места электромонтера по ремонту и обслуживанию электрооборудования; безопасность труда при обслуживании и ремонте электрооборудования электроустановок; требования безопасности, предъявляемые к инструментам, приспособлениям, приборам. Модуль 5: культура безопасности труда; передовой опыт Российских и зарубежных предприятий в области управления охраной труда.

По данным Ростехнадзора [2] недостаток подготовки персонала к выполнению приемов, влияющих на безопасность работ, находится в ряду главных причин травматизма. Кроме этого, отмечается, что основными причинами несчастных случаев являются: неэффективность мероприятий по подготовке и

обучению персонала выполнению требований безопасности, невыполнение мероприятий, обеспечивающих безопасность работ в энергоустановках, личная недисциплинированность работников. Мероприятия, предлагаемые Ростехнадзором по устранению причин несчастного случая: обеспечение установленного порядка содержания и применения средств защиты, ограничение допуска персонала, не прошедшего проверку знаний, к работам в энергоустановках, выполнение организационных мероприятий по обеспечению безопасного проведения работ. Во исполнение указанных рекомендаций авторами предлагается повысить уровень знаний работников, применяя технологии практико-ориентированного подхода. Так, например, для обучения правильному применению и содержанию средств индивидуальной защиты авторами разработано практическое задание, направленное на повышение уровня знаний и навыков в соответствии с государственными требованиями в области охраны труда. Суть практического задания состоит в том, чтобы обучающийся мог, изучив нормы трудового законодательства, самостоятельно осуществить выбор положенных ему, в соответствии требованиями, средств индивидуальной защиты, определить срок использования этих средств и заполнить личную карту учета. Предполагается, что изучение трудового законодательства и самостоятельная проработка предлагаемого задания позволит получить компетенции и знания «правил применения и испытаний средств защиты, используемых в электроустановках, технические требования к ним», соответствующие реализации трудовой функции «оформляет заявки на средства защиты».

Таким образом, разработка рабочих программ в соответствии с трудовыми функциями будущих специалистов или разработка дополнительных образовательных программ, по мнению авторов, должна быть направлена на формирование навыков и компетенций в соответствии с профессиональными стандартами и квалификационными требованиями, с применением практико-ориентированного подхода, для того чтобы молодые специалисты могли безопасно выполнять работу.

1. Всероссийская конференция Всемирного дня охраны труда. «Охрана труда: молодые работники особенно уязвимы». [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.kiout.ru/info/publish/27817>.

2. Официальный сайт. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору Ростехнадзор. Анализ несчастных случаев. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://vdon.gosnadzor.ru/activity/control/analiz.php>.

## РАЗРАБОТКА МАГНИТОЖИДКОСТНЫХ ДАТЧИКОВ ДИАГНОСТИКИ ВИБРОСОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

*В.П. Федосеева*

*М.С. Сайкин, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина  
г. Иваново

Основными требованиями, предъявляемыми к оборудованию различного назначения, являются высокий ресурс и надёжность работы. При эксплуатации оборудования возникают вибрации отдельных узлов, поэтому необходимо проводить диагностику его работы с целью предотвращения аварийных ситуаций.

Для диагностики уровня вибраций предлагается использовать магнито-жидкостные датчики вибраций (МЖДВ). Принцип действия этих датчиков заключается в преобразовании скорости линейной вибрации, которая передаётся чувствительным элементом датчика, в электрическое напряжение. Изменение электрического напряжения фиксируется измерительной обмоткой и обрабатывается электронным преобразовательным блоком. МЖДВ отличаются простотой конструкции и монтажа, высокой надёжностью и чувствительностью.

Целью работы является разработка конструкций магнито-жидкостных датчиков вибраций для диагностики состояния оборудования.

Для решения задач диагностики вибраций разработаны три конструкции магнито-жидкостных датчиков, две из которых представлены на рисунке [1, 2].

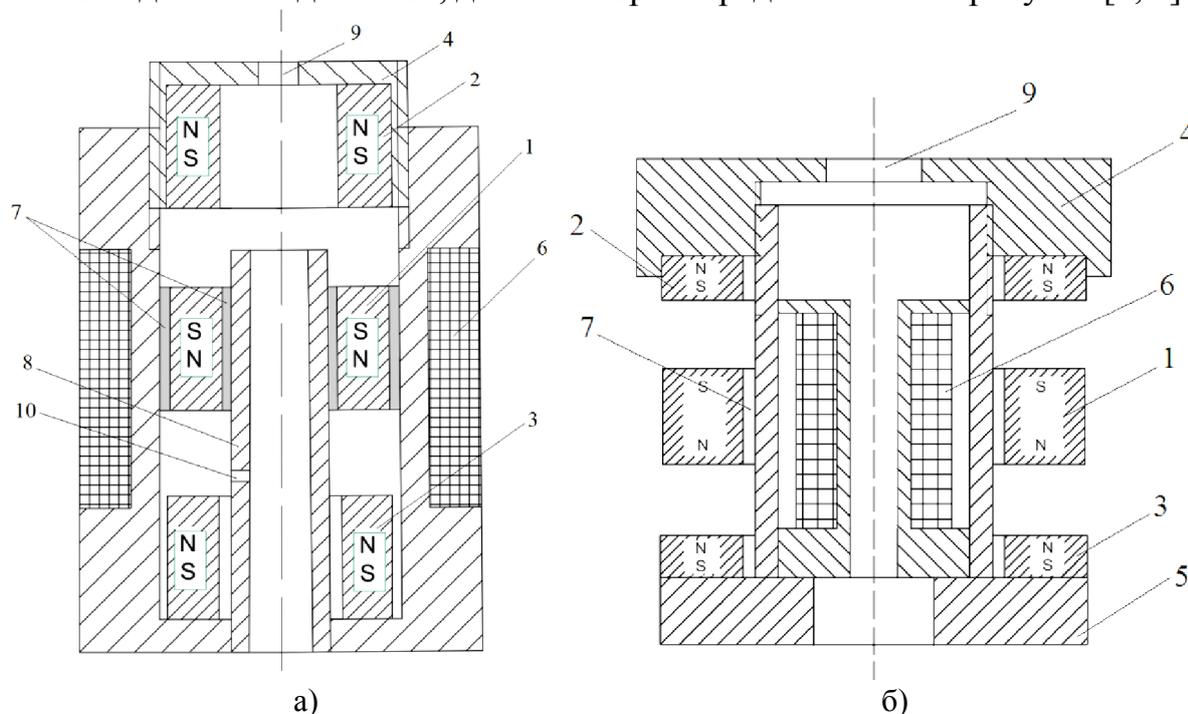


Рис. а) Конструкция магнито-жидкостного датчика вибраций;  
б) Конструкция магнито-жидкостного датчика вибраций  
с внутренним расположением измерительной катушки

В качестве чувствительного элемента 1 в конструкциях используются кольцевые постоянные магниты. Магнитный подвес в обеих конструкциях состоит из кольцевых постоянных магнитов 2 и 3, ориентированных одноименными полюсами относительно полюсов чувствительного элемента. Один из магнитов 2 установлен к крышке 4, имеющей возможность осевого перемещения по резьбе, а другой 3 в корпусе датчика 5. Измерительная обмотка 6 в одной из конструкций (рис. а) установлена с внешней стороны корпуса датчика, а во второй конструкции (рис. б) – внутри корпуса. Магнитная жидкость (МЖ) 7 удерживается пондеромоторной силой в зазорах, образованных в обеих конструкциях чувствительным элементом и корпусом, а в одной из конструкций – дополнительным зазором между чувствительным элементом и немагнитопроводным стержнем 8. Наличие магнитной жидкости в зазоре создаёт условия для левитации чувствительного элемента и его перемещения с минимальным коэффициентом трения. В конструкции МЖДВ (рис. а) в крышке 4 и немагнитопроводном стержне 8 выполнены отверстия 9 и 10 для исключения возможности возникновения перепада давлений между внутренними полостями корпуса датчика. Это способствует снижению времени переходного процесса при диагностике вибраций.

Конструкции МЖДВ имеют следующие эксплуатационные характеристики, представленные в таблице.

Таблица

#### Характеристики магнитожидкостных датчиков вибраций

Частотный диапазон, Гц	4–5000
Чувствительность, мВ/g	свыше 500
Диапазон ускорений, g	0,2–300
Диапазон температур, °С	± 60

Каждую из разработанных конструкций датчиков целесообразно применять для решения определенных технических задач. Конструкция датчика (рис. а) предназначена для диагностики вибраций при одновременном действии горизонтальных перемещений. Точность измерений вибраций достигается увеличением подъёмной силы, действующей на чувствительный элемент, которая обусловлена наличием двух зазоров, заполненных МЖ. Данная конструкция предназначена для эксплуатации как на открытом воздухе, так и в закрытых помещениях.

МЖДВ (рис. б) предназначен для эксплуатации в закрытых помещениях или защищённом оборудовании. Его основное преимущество состоит в возможности дозаправки во время эксплуатации.

Для обеспечения высокой стабильности метрологических характеристик разработана конструкция датчика, у которого чувствительный элемент находится в немагнитопроводном составном кожухе. Это снижает влияние гради-

ента магнитной индукции на МЖ, что повышает стабильность её свойств в неоднородном магнитном поле.

1. Сайкин, М. С., Федосеева, В. П. Устройство для измерения вибраций. Патент на полезную модель, RU 184838, 12.11.2018. Заявка № 2018125789 от 12.07.2018.

2. Сайкин, М. С., Федосеева, В. П. Устройство для измерения вибраций. Патент на полезную модель, RU 195546, 31.01.2020. Заявка № 2019127832 от 03.09.2019.

## РАСЧЕТ КОНДУКТИВНЫХ ПОМЕХ В КОНТРОЛЬНОМ КАБЕЛЕ ПРИ УДАРЕ МОЛНИИ

*К.М. Харёва*

*С.Л. Шишигин, научный руководитель, д-р техн. наук, профессор  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

На новых и реконструируемых электрических подстанциях (ПС) в системах защиты и управления используется микропроцессорная аппаратура (МПА). В процессе эксплуатации МПА может оказаться под воздействием электромагнитных помех, что приводит к отказу или повреждению МПА, вторичных цепей и целых систем РЗА. Это может стать причиной серьезных аварий.

Электромагнитная помеха – это естественное или искусственное электромагнитное явление (процесс), из-за которого происходит или возможно снижение качества работы технического средства.

Разряды молнии и короткие замыкания – основные источники кондуктивных помех, которые при распространении по контрольным кабелям могут привести к отказу МПА в системах защиты и управления электрических ПС.

Примером такой аварии служит ситуация, которая произошла в 2010 году на ПС 330 кВ «Восточная». На электрической подстанции в результате технологического сбоя в Ленинградской энергосистеме произошло обесточивание шести секций шин 330 кВ. Причиной ложной работы дифференциальной защиты шин 330 кВ (ДЗШ-330) ПС «Восточная» послужило повреждение контрольного кабеля, а точнее возникновение кондуктивных помех. Аварии не смогли устранить, т.к. оборудование не было повреждено и персонал не смог выявить причину отключения электричества. С учетом прямых и косвенных потерь от аварии в Санкт-Петербурге ущерб от нее можно оценить примерно в 250–300 млн рублей.

Снизить кондуктивные помехи можно с помощью двухстороннего заземления экрана контрольного кабеля.

Величина кондуктивной помехи определяется:

$$U_k = U / k, \tag{1}$$

где  $k$  – коэффициент экранирования (ослабления),

$U$  – напряжение между точками заземления экрана.

Ввод импульса тока (в точке А) приводит к резкому возрастанию потенциала заземляющего устройства по сравнению с потенциалом удаленной от источника точки В (рис. а). Без заземления экрана кондуктивная помеха  $U=U_A-U_B$  будет приложена к входу МП устройства и может превысить допустимое значение. Двустороннее заземление экрана приводит к протеканию по экрану тока  $I$ , который фактически и обеспечивает снижение помехи в  $k=U / U_k$  раз.

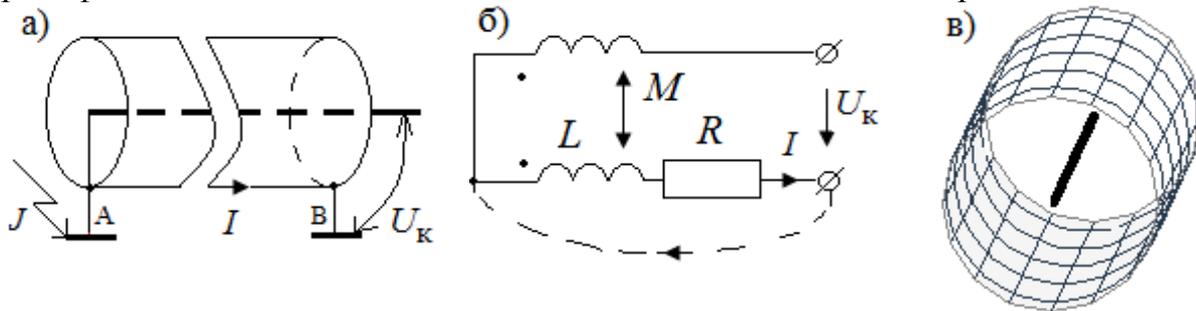


Рис. Кабель: Физическая модель (а), RL-схема замещения (б), 3D-модель (в)

При первом импульсе тока молнии (эквивалентная частота 25 кГц) емкостными связями можно пренебречь и воспользоваться RL-схемой (рис. б) для расчета кондуктивных помех.

Напряжение жила-экран на выходе кабеля равно:

$$U_k = RI + j\omega(L-M)I = Z_l I, \tag{2}$$

где  $I$  – ток экрана,

$R$  – активное сопротивление экрана,

$L$  – индуктивность экрана,

$M$  – взаимная индуктивность между жилой и экраном,

$Z_l$  – передаточное сопротивление кабеля,

$l$  – длина кабеля.

Для расчета кондуктивных помех при втором и последующих импульсах тока молнии (с фронтом импульса 0.25 мкс) или при воздействии высокочастотной составляющей тока КЗ (на частотах 1 МГц и выше) необходимо учитывать емкостные связи между экраном и проводниками ЗУ, экраном и жилой. Для этого подходит сеточная 3D-модель кабеля (рис. в), которая также позволяет проводить расчеты кондуктивных помех по программам расчета заземляющего устройства.

Исследовать пути расчета кондуктивных помех с использованием тока экрана в качестве расчетного параметра – цель настоящей работы.

1. Шишигин, С. Л., Черепанов, А. В., Шишигин, Д. С. Расчет кондуктивных помех и нагрева экрана контрольного кабеля. Электротехника. – 2017. – № 10. – С. 82–87.

## ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ В КОРПУСЕ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТНОЙ КЛИНИЧЕСКОЙ БОЛЬНИЦЫ

*Н.В. Черняев*

*А.Н. Бабкин, научный руководитель, канд. техн. наук*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

В настоящее время вопрос о снижении энергопотребления является достаточно важным и актуальным. С каждым днем появляется все большее количество подключаемых энергообъектов в региональной и городской сети. Подключение новых потребителей дает большую нагрузку на генерирующие электроэнергию организации.

Эта работа приурочена к постановлению № 4039 от 02 августа 2010 года «Об утверждении муниципальной программы «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на территории муниципального образования «Город Вологда», также на сегодняшний день существует Федеральный закон №261, в котором установлены нормы энергопотребления и сбережения электроэнергии, а также об ограничении потребления больших потребителей электроэнергии. Одним из крупных потребителей являются бюджетные здравоохранительные учреждения, где расположены операционные с большим количеством потребителей электроэнергии, а также стационарных палат и складских помещений

Целью данной работы является нахождение путей оптимизации энергопотребления в корпусах Вологодской областной клинической больницы. Для достижения поставленной цели ставятся следующие задачи:

- расчет стоимости замены осветительных приборов, расположенных в корпусе больницы по адресу: Окружное ш., д. 23;
- расчет энергозатрат при замене осветительных приборов;
- установка возможности переноса границы балансовой принадлежности в ТП;
- расчет и анализ снижения стоимости электроэнергии при смене границы балансовой принадлежности;
- расчет резервируемой мощности для корпусов, которые являются наиболее энергозатратными.

По результатам расчетов замена осветительных приборов с газоразрядных ламп на диодные оказалась достаточно выгодной. Окупаемость работ по замене осветительных приборов будет уже в первый год эксплуатации. Происходит это за счет того, что диоды потребляют в разы меньше электроэнергии по сравнению с устаревшими газоразрядными лампами. На данный момент в год больница расходует более тринадцати миллионов рублей на оплату

услуг по энергоснабжению. По расчетам после модернизации годовые затраты на энергоснабжения составят порядка девяти миллионов рублей.

Еще одним путем снижения затрат на энергоснабжение является перенос границы балансовой принадлежности в трансформаторную подстанцию № 410, которая расположена вблизи здания больницы. На данный момент граница проходит в корпусах больницы. Это уровень низкого напряжения (далее – НН), которое является самым дорогим за кВт·ч. На данный момент цена за кВт·ч по уровню НН составляет порядка 8,03 руб. (без учета НДС). Перенос границы в ТП-410 позволит оплачивать электроэнергию по среднему уровню напряжения 2 (далее – СН2). На данный момент цена за кВт·ч по уровню СН2 составляет порядка 6 руб. (без учета НДС). При переносе границы в ТП-410 больнице необходимо оплачивать потери электроэнергии в кабеле от ТП до корпусов, но исходя из расчета оказалось, что оплачивать потери и платить по СН2 более выгодно, чем платить по НН. На снижении стоимости за кВт·ч больница снизит затраты на оплату за электроэнергию примерно на три миллиона рублей в год. Цифра является приблизительной из-за ценообразования за кВт·ч. Цена за кВт·ч меняется каждый месяц. Это зависит от общего энергопотребления области.

С июля 2020 года в силу вступает новое Постановление Правительства РФ о резервируемой мощности, в котором говорится об оплате за неиспользуемую мощность. Штрафные санкции будут применяться в части оплаты услуги по передаче электроэнергии. Каждый год надбавка будет составлять 5 % и так до тех пор, пока потребитель электроэнергии не выберет нужную фактическую мощность или до тех пор, пока коэффициент не дойдет до 100 %. По результатам расчета резервируемой мощности для трех корпусов больницы с наибольшим энергопотреблением установлено, что два из трех попадают под это постановление.

По итогу можно сказать, что после принятия данных мер по оптимизации энергопотребления в полтора раза снизится потребление электроэнергии, а также снизится цена за кВт·ч. Также чтобы избежать переплаты за услугу по передаче, необходимо изменить резервируемую мощность. Ожидаемая годовая экономия составляет порядка пяти миллионов рублей.

1. Клевцов, А. В. Основы рационального потребления электроэнергии / А. В. Клевцов // Москва : Инфра-Инженерия, 2017. – Т. 1. – 232 с.

2. Официальный Северной сбытовой // Цены и тарифы [сайт]. [2018] URL: <https://sevesk.ru/>.

## РЕЗУЛЬТАТ РАЗРАБОТКИ ЛИНЕЙКИ НОРМАТИВОВ ПО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЮ МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ

*Д.Н. Шмаков, И.Н. Смирнов*

*М.Ф. Умаров, научный руководитель, д-р физ.-мат. наук, профессор*

*Вологодский государственный университет*

*г. Вологда*

Целью данной работы являлось проведение анализа существующих нормативов на общедомовые нужды (ОДН) по электроснабжению многоквартирных жилых домов, не оборудованных коллективными электросчетчиками; перерасчет нормативов с целью проверки их актуальности. На основе выявленных недостатков выполнена разработка собственной линейки новых нормативов, полученных с применением методов математической статистики и теории вероятности, а также произведен расчет экономического эффекта от их использования.

Для достижения поставленных целей было необходимо решение ряда задач:

- сбор и обработка исходных данных, полученных от управляющих организаций Вологодской области;
- использование математических методов для обработки массива данных (методы математической статистики и теории вероятности);
- применение существующей методики расчета для определения норматива потребления электроэнергии на ОДН;
- разработка гибкой линейки нормативов, позволяющей более точно учитывать специфику имеющегося электрооборудования в многоквартирном доме.

Объектом исследования являются нормативы по электроснабжению на (ОДН), от величины которых напрямую зависит ценообразование, это говорит об актуальности исследований в данном направлении на сегодняшний день.

Результаты работы могут быть применены для нужд жилищно-коммунального хозяйства и принесут положительный экономический эффект за счет внедрения более точной разработанной линейки нормативов и примененной методики вычисления.

Величина норматива определяется по формуле [1]:

$$W = \frac{\sum W_{\text{общ.}i}}{12 \cdot S_{\text{общ}}}, \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2,$$

где  $W$  – нормированный объем электроэнергии;

$W_{\text{общ.}i}$  – сумма годового потребления электрической энергии  $i$ -й группой электрооборудования многоквартирных жилых домов, эксплуатируемого для нужд общедомового использования в составе общего имущества, (кВт·ч);

$S_{\text{общ}}$  – общая площадь помещений, относящихся к общедомовому имуществу, ( $\text{м}^2$ );

12 – количество месяцев в году.

В ходе проделанной работы, опираясь на данные об имеющихся электроустановках в том или ином жилом объекте, по (1) был произведен перерасчет ныне утвержденных нормативов, в результате чего были получены средние расчетные значения нормативов, актуальные на сегодняшний день. Для получения новой линейки более точных нормативов возникла необходимость дробления средних расчетных значений, в результате было получено 4 новых норматива; дома, не вошедшие в рассматриваемые новые нормативы, считаем по среднему расчетному значению. Результаты расчетов представлены в таблице.

Таблица

### Экономический эффект от использования новой линейки нормативов

Норматив	Среднее расчетное значение	Новое значение	Расход по средним значениям	Расход по новым значениям	Разница	Выгода
	кВт·ч/м <sup>2</sup>	руб. в год	руб. в год	руб. в год	руб. в год	%
1.1	0,6	0,35	3308618,11	1943173,47	1365444,65	41,27%
1.2		0,49	655680,11	533398,73	122281,38	18,65%
3.1	3,3	3,01	2083480,42	1901666,16	181814,26	8,73%
4.1	0,46	0,38	290424,54	237936,96	52487,58	18,07%

Анализируя данные таблицы, можно сделать вывод о том, что затраты по электроснабжению на (ОДН), для категорий домов, попадающих под новые нормативы, снижаются на 10–40 %, что говорит о значительном экономическом эффекте.

1. Правила установления и определения нормативов потребления коммунальных услуг и нормативов потребления коммунальных ресурсов в целях содержания общего имущества в многоквартирном доме: Постановление Правительства РФ от 23.05.2006 № 306.

## ИЗМЕРЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ МОБИЛЬНЫХ ТЕЛЕФОНОВ

*Ш. Шодиев, Д. Тоджибоев, Ш. Отабеков*

*Х. Гафуров, научный руководитель, канд. физ.-мат. наук, доцент*

*Худжандский государственный университет им. ак. Б. Гафурова  
г. Худжанд*

После открытия А.Л. Чижевским влияния солнечной активности началось интенсивное изучение магнитных бурь как на определенные системы человеческого организма, так и на его психофизиологическое состояние, эмоциональный фон и т.д. [1].

Профессор Оксфордского университета Коленей Блэйкмут настаивает на минимальном использовании сотовых телефонов маленькими детьми и подростками. Это связано с тем, что в момент роста мозга у ребенка, основание черепа намного тоньше, чем у взрослого человека [2].

Различные стандарты сотовой связи имеют различную способность воздействия на организм человека. Например, сотовый телефон стандарта GSM 900/1800 (работающий на частотах 900–1800 МГц) опаснее, чем стандарта NMT 450 (работающий на частоте 450 МГц), хотя у стандарта NMT 450 большие мощности, что играет важнейшую роль во взаимодействии микроволнового излучения с человеческим организмом.

О реальной излучаемой мощности сотового телефона информации крайне мало, но существует стандарт, согласно которому эта мощность ограничена значением 2 ватт (или 2 000 000 микроватт).

В связи с этим целью данной работы является разработка устройства для измерения величины микроволнового электромагнитного излучения сотового телефона. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Создать устройство регистрации излучения микроволн в реальном масштабе времени.
2. Автоматизировать процесс обработки информации от системы регистрации.

При переходе в активный режим, уровень электромагнитного излучения автоматически повышается в соответствии с условиями обеспечения качественной связи. Этот уровень может быть большим, если базовая станция далеко от мобильного телефона или мобильный телефон находится в труднодоступном месте, например внутри здания или в подвальном помещении. Однако количество энергии, излучаемой мобильным телефоном при одинаковых внешних условиях может быть разным в зависимости от внутренних условий функционирования мобильного телефона, которые определяются уже программным обеспечением. С этой точки зрения практическое значение имеет

проведение сравнительного анализа мобильных телефонов разных поколений и производителей.

На рисунке представлены результаты измерений излучения мобильного телефона нового поколения, но сомнительной оригинальности, для разных дистанций от приемной антенны системы регистрации.

### SAMSUNG GT-S7582

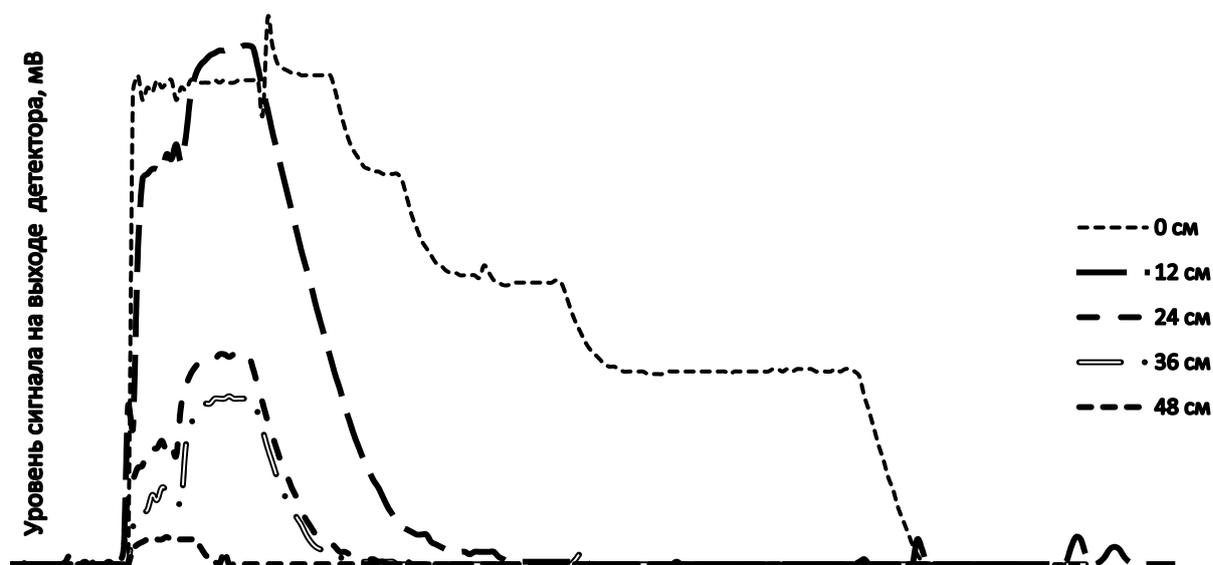


Рис. Зависимость излучения от времени для разных расстояний от приемной антенны

Активный режим однозначно определяется программным обеспечением. Таким образом, на основе полученных результатов можно сделать следующие выводы:

- созданная система обеспечивает регистрацию излучения электромагнитных волн мобильных телефонов в реальном масштабе времени для качественного определения степени их вредности;
- мощность излучения мобильных телефонов зависит от расстояния и становится достаточно низкой на расстоянии более 50 см;
- энергия излучения поддельных мобильных телефонов существенно выше, чем у оригиналов;
- совершенствование программного обеспечения мобильных телефонов существенно снижает уровень их вредного воздействия.

1. Чижевский, А. Л. Земное эхо солнечных бурь. – Москва : Мысль, 1976. – 367 с.

2. Cellphones and Brain Tumors: 15 Reasons for Concern. – August 25, 2009. – <http://www.echo.msk.ru/att/element-616907-misc-ot>.

## РАЗРАБОТКА ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА ОДЕЖДЫ С ИНТЕГРИРОВАННЫМ КОНСТРУКТОРОМ ДИЗАЙНА

*А.С. Басов*

*А.Н. Сорокин, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В наши дни ускоряющийся темп жизни задаёт определённые правила, которым человек обязан следовать, чтобы добиваться успеха и не быть в числе «отстающих». Отсюда вытекает самая главная проблема для большей части людей – управление собственным временем. Каждый подходит к её решению индивидуально, сокращая временные затраты на одни действия и увеличивая на другие. Одним из таких, казалось бы, несущественных, но отнимающих много сил и времени, видом деятельности является обычная покупка одежды.

В данных тезисах описана разработка интернет-магазина одежды с интегрированным конструктором дизайна. Разрабатываемый программный продукт своей целью ставит не только решение обозначенной выше проблемы управления временем, но также и задачи упрощения процесса выбора пользователем конечного изделия за счёт реализации инструмента по индивидуальному конфигурированию внешнего вида предметов гардероба.

По окончании работы над проектом планируется его использование в практической деятельности функционирования индивидуального предпринимательства в области интернет-продаж в качестве одного из основных инструментов по привлечению и наращиванию базы постоянных клиентов с целью повышения доходов предприятия.

Использование данного программного продукта позволит конечным пользователям, во-первых, сократить временные траты на выбор интересующего их предмета гардероба за счёт приобретения продукта, размещённого в заранее подготовленной базе готовых изделий, или же за счёт проектирования вещи с заданными параметрами с помощью встроенного в систему веб-приложения, а во-вторых, структурировать своё расписание благодаря чётко обозначенным датам доставки и вручения товара. При этом важно отметить, что совершение заказа через интернет-магазин доступно из любой точки земного шара, с помощью любого устройства, способного отображать веб-страницы и использовать ресурсы сети Интернет.

Перед началом работы над продуктом был проделан анализ предметной области и, в том числе, сопоставление функционала схожих решений, предлагающих свои услуги на рынке, выделение их преимуществ и недостатков. Среди действующих проектов-аналогов стоит отметить такие интернет-магазины, как «Vsemauki.ru», «Printio» и «Printbar». Все они в списке оказываемых услуг имеют функции по изменению внешнего вида товаров, но довольно ограниченные. Пользователю дозволено изменять только нанесённое на продукт изображение, при этом такие параметры как фасон воротника, длина рукава или основной части изделия и ряд других характеристик остаются

ся «стандартными». В этом плане реализуемое в рамках данной разработки веб-приложение «Конфигуратор» будет отличаться более гибким и разнообразным инструментарием.

Переходя к описанию технической части проекта, стоит начать с выбора архитектуры разрабатываемого программного продукта. Среди всех возможных вариантов реализации была выбрана трёхуровневая архитектура разделения логики программного продукта на следующие составные части: клиент, сервер приложений и сервер баз данных. В этом случае «клиента» принято называть «легковесным» или «тонким», так как взаимодействие с логикой приложения осуществляется с помощью терминала, в роли которого выступает веб-браузер [1]. Как и было обозначено ранее, лицевой стороной продукта (клиентом) является веб-сайт, написанный в соответствии современным стандартам разработки на языках HTML, CSS, а также JavaScript с использованием фреймворка ReactJS.

Для хранения и обработки большого объёма информации используется система управления базами данных PostgreSQL. По сравнению с аналогичными продуктами, эта СУБД выделяется бесплатной моделью распространения, высокой производительностью и надёжностью заложенных в неё механизмов репликации и транзакций, а также простотой и удобством масштабирования при значительном увеличении объёма хранимых данных, которое особенно важно при увеличении клиентской базы.

В качестве основного средства для разработки серверной части приложения был выбран язык программирования Java в тандеме с использованием фреймворка Spring, который позволяет реализовать концепцию разделения внутренней логики приложения на три составных элемента – модель, представление и контроллер (Model-View-Controller) [2]. Данная модель организации программного кода позволяет сократить риски по возникновению ошибок и конфликтов, которые могут появиться на этапе разработки. Концепция MVC повышает надёжность реализации проекта, а также упрощает его дальнейшее развитие, за счёт расширения возможностей по разработке дополнительного функционала программного продукта.

В итоге разработанный программный продукт обеспечит решение проблемы управления временем при совершении покупок предметов гардероба. Пользователи через интернет-магазин будут совершать покупки быстрее, чем при непосредственном посещении торговых центров или бутиков.

1. Астапчук, В. А. Архитектура корпоративных информационных систем / В. А. Астапчук, П. В. Терещенко // Архитектура корпоративных информационных систем. – Новосибирск–НГТУ, 2015. – С. 62.

2. Iuliana Cosmina. Pro Spring 5: An In-Depth Guide to the Spring Framework and Its Tools / Iuliana Cosmina, Rob Harrop, Chris Schaefer, Clarence Ho // Pro Spring 5: An In-Depth Guide to the Spring Framework and Its Tools. 2017 – С. 673-675.

## ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА СОДЕЙСТВИЯ ТРУДОУСТРОЙСТВУ ВЫПУСКНИКОВ

*Е.Е. Беляева*

*Г.А. Сазонова, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Основной целью каждого высшего учебного заведения является выпуск специалистов, которые будут пользоваться спросом на рынке труда и создавать высокую конкурентоспособность.

Целью работы является разработка информационной системы содействия трудоустройству выпускников.

Данная система предполагает помощь в трудоустройстве выпускников, информирование об актуальных вакансиях, базах практики и стажировках.

Разработана функциональная структура системы, которая представлена на рисунке 1. Она состоит из семи блоков.



Рис. 1. Функциональная структура системы

Блок «Модуль студента/выпускника» осуществляет авторизацию (ввод логина и пароля). Блок «Модуль менеджера/администратора» также осуществляет авторизацию и имеет возможность изменять структуру и осуществлять модификацию данных. Блок «Резюме» оказывает помощь в составлении резюме. Блок «Вакансии» предоставляет список актуальных вакансий в различных сферах деятельности. Блок «Практика» предоставляет список предприятий для прохождения практики. В блоке «Стажировка» отображены базы стажировок. В блоке «Трудоустройство» рассмотрены рекомендации по трудоустройству и трудоустроенные выпускники, отчеты и мониторинг за несколько лет.

Информационная система содействия трудоустройству выпускников позволяет студентам и выпускникам просматривать постоянно обновляющийся список актуальных вакансий, рекомендации в составлении резюме, список предприятий для прохождения практики, базу стажировок, мероприятия, проводимые учебным заведением.

Для описания функционального назначения системы построена диаграмма вариантов использования (рис. 2).

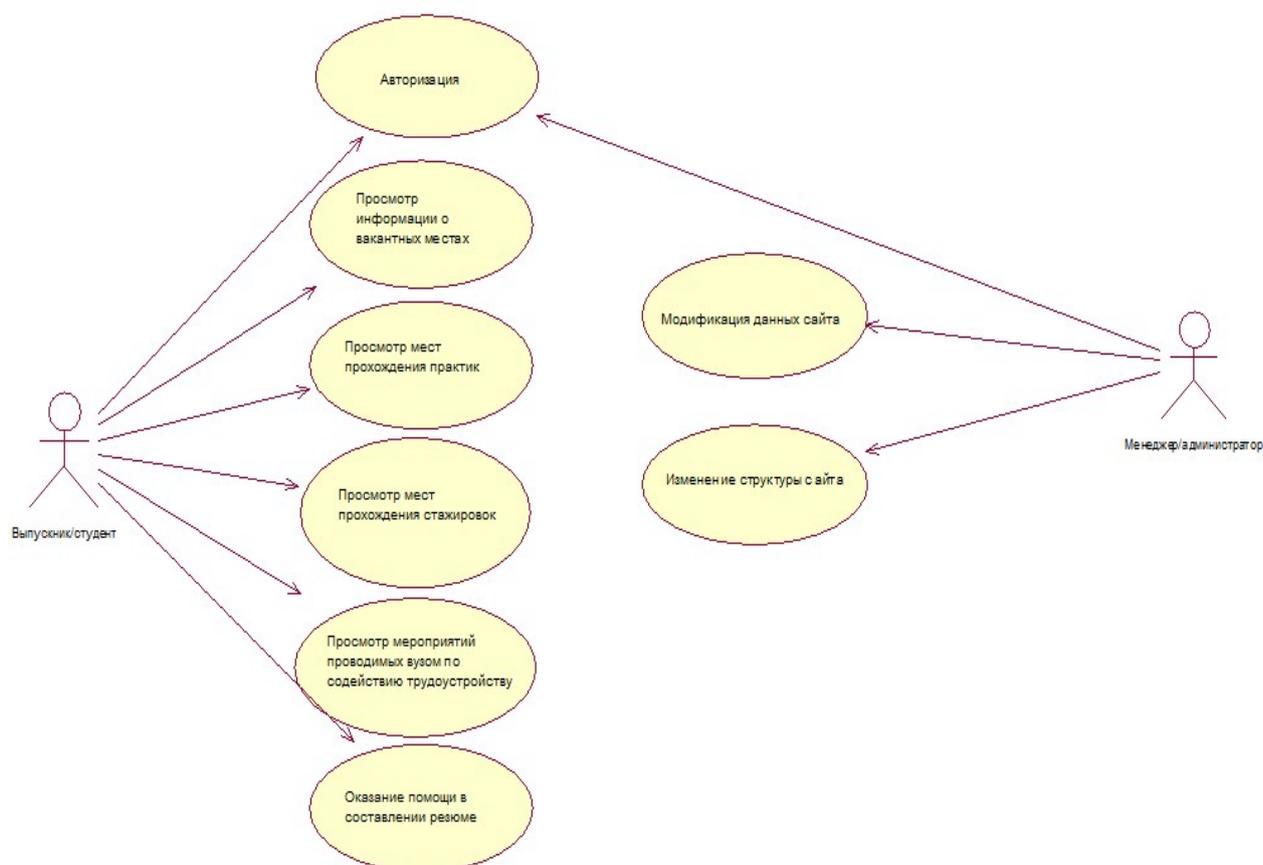


Рис. 2. Диаграмма вариантов использования

Диаграмма показывает работу всей системы и отражает взаимодействие двух актеров с различными вариантами использования.

Для выпускника/студента базовыми вариантами использования являются: авторизация, просмотр информации о вакантных местах, просмотр мест прохождения практики и стажировок, просмотр мероприятий, проводимых вузом по содействию трудоустройству. Для менеджера/администратора базовыми вариантами использования являются: авторизация, модификация данных, изменение структуры системы.

При разработке программного обеспечения были выбраны следующие программные средства: язык гипертекстовой разметки html, формальный язык описания внешнего вида документа css, высокоуровневый язык программирования python в интегрированной среде разработки PyCharm.

Разработка информационной системы содействия трудоустройству выпускников имеет огромные возможности дальнейшего развития, а ее использование позволит повысить статус профессионального образовательного учреждения на рынке образовательных услуг.

## **ВИРТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ДИСЦИПЛИНЫ «ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЗНАНИЙ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ»**

*А.А. Березина*

*А.Н. Швецов, научный руководитель, д-р техн. наук, профессор  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

В современном мире стремительно развивающихся информационных технологий образовательный процесс в системе высшего образования должен соответствовать федеральным государственным образовательным стандартам и в то же время отвечать требованиям времени, обеспечивать альтернативные пути и формы обучения, предоставлять обучаемым возможности самостоятельного выбора образовательной траектории, мобильность и доступность образовательного контента, дистанционной работы с электронными ресурсами. В последние десятилетия накоплен большой опыт использования сервисов дистанционного обучения, способствующих освоению профильной предметной информации и приобретению умений и навыков посредством веб-приложений, онлайн-курсов и обучающих предметно-ориентированных компьютерных игр.

Сформировались два основных класса образовательных программно-технических систем: первый класс составляют коммерческие автоматизированные обучающие системы (Administrate, Docebo LMS, Talent LMS, MAESTRO и др.), второй класс представляют некоммерческие открытые сис-

темы электронного обучения (MOODLE, ILIAS, Eliademy, FormaLMS, Opigno, IDEA и др.) [1].

Дисциплина «Представление знаний в информационных системах» формирует у обучающихся по направлению бакалавриата 09.03.02 Информационные системы и технологии базовые представления о формально-математических моделях знаний, методах и способах их представления и реализации в интеллектуальных информационных системах. Структуры знаний и сценарии их обработки могут отображаться различными математическими и логическими формализмами, имеющими алгоритмическую, сетевую, автоматную, нейросетевую и другие интерпретации. Освоение таких моделей требует значительных когнитивных усилий и психологического настроя на трудоемкую умственную работу [2].

На основе анализа существующих обучающих компьютерных систем авторы пришли к выводу о необходимости создания принципиально нового программного приложения для представления основной информации данного курса в формате интерактивной компьютерной игры с элементами искусственного интеллекта [3]. Такой подход позволит обучаемым освоить теоретические основы построения современных интеллектуальных информационных систем, приобрести знания и умения в области описания моделей представления знаний и семантики предметной области, сформировать навыки создания программных средств интеллектуальной обработки информации в различных прикладных областях, увеличить успеваемость студентов и уменьшить нагрузку на преподавателя. Формат интерактивной компьютерной игры позволяет снизить психологическую нагрузку на обучаемого, включить дополнительную соревновательную мотивацию, способствует формированию у обучаемого устойчивых ассоциативных связей между концептами предметной области дисциплины.

Структура создаваемого приложения состоит из нескольких программных модулей (рис.), соответствующих разделам электронного учебно-методического комплекса по данной дисциплине. Пользователь после регистрации и входа в программу приступает к выбору одного из возможных сценариев изучения дисциплины «Представление знаний в информационных системах». Теоретический материал разбивается на учебные единицы, минимальный размер которых соответствует одному законченному предложению текста, привязанные к определенным персонажам и возможным событиям компьютерной игры. В процессе движения по сюжету игры и освоения предметной информации обучающийся выполняет процедуры встроенного в сюжет тестирования, параметры которого настраиваются в административном модуле и могут задаваться преподавателем в зависимости от текущих целей обучения, психологического состояния и базовых знаний обучаемых.

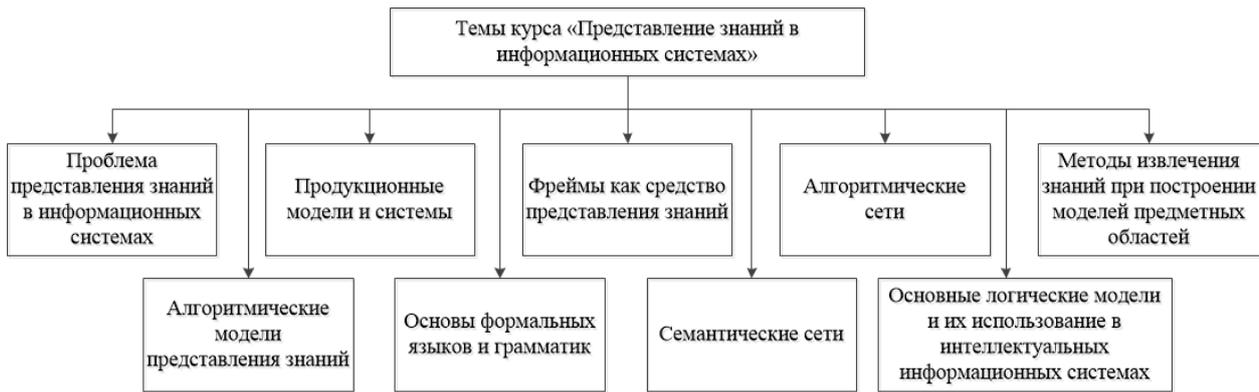


Рис. Структурная схема курса «Представление знаний в информационных системах»

Для разработки приложения выбраны следующие программные средства: графический редактор Adobe Photoshop, язык программирования C++ Builder.

1. Learning Management Systems [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elearningindustry.com/subjects/elearning-software/learning-management-systemslms>.

2. Швецов, А. Н., Сергушичева, А. П. Автоматизация построения компьютерных тестов контроля знаний [Электронный ресурс] / Электрон. дан. URL: <https://vestnik.vogu35.ru/docs/2018/tekhnich/2/48-52.pdf>, свободный. Яз.рус. (дата обращения 19.03.2020).

3. Richard E. Mayer. Computer Games in Education. Annu. Rev. Psychol. 2019. 70:531–49.

## УПРАВЛЕНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОЖИ

*Е.Д. Быкова*

*Г.А. Сазонова, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Бизнес-процесс – это устойчивая целенаправленная последовательность исполнения функций, направленная на создание результата, имеющего ценность для потребителя [1]. Системы управления бизнес-процессами предприятия осуществляют поддержку управления процессами в ходе работы компании. Мониторинг бизнес-процессов направлен на получение информации об эффективности работы предприятия.

Целью работы является разработка системы, выполняющей мониторинг бизнес-процессов и анализ системы управления для предприятия по изготовлению изделий из кожи.

К задачам системы управления и мониторинга бизнес-процессов малого предприятия относят: анализ информационных потоков, анализ бизнес-потоков, повышение эффективности мониторинга всех процессов, анализ показателей эффективности, совершенствование системы сопровождения разработанной программы на основе показателей, отслеживание качества работы системы, анализ данных и формирование отчётной документации.

Разработана функциональная структура системы, которая представлена на рисунке.

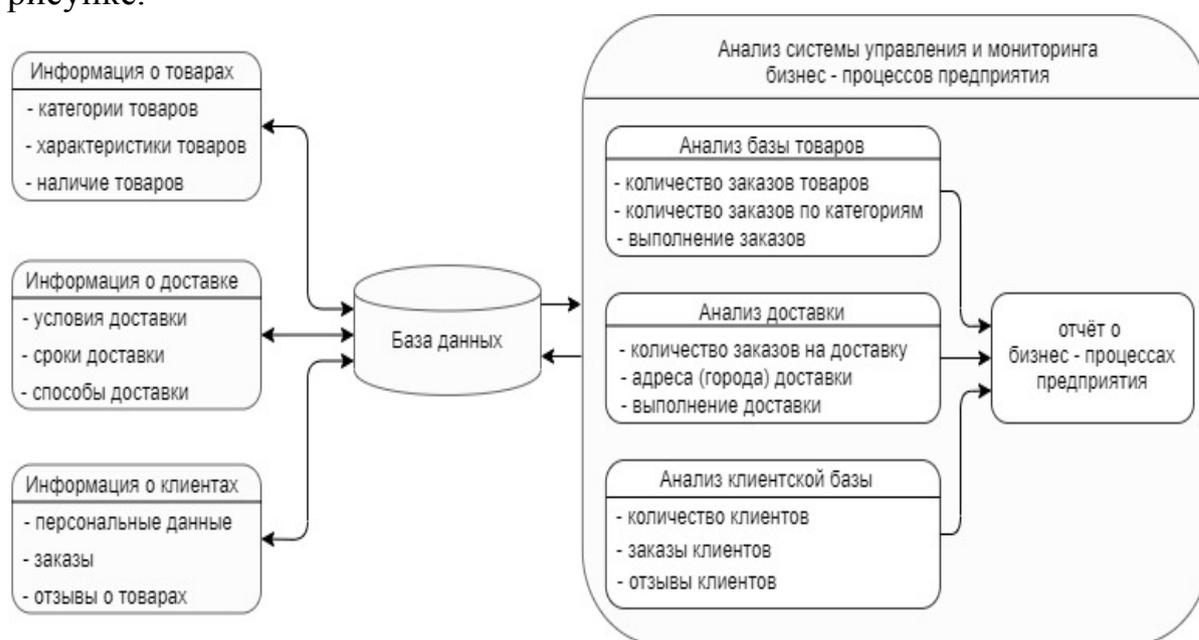


Рис. Функциональная схема системы

Блок «Информация о товарах» включает в себя описание товаров, данные о категориях товаров, наличии товаров. Блок «Информация о доставке» содержит информацию об условиях доставки товара до покупателя. В блоке «Информация о клиентах» хранятся персональные данные покупателей, их заказы и отзывы.

Раздел «Анализ системы управления и мониторинга бизнес-процессов предприятия» содержит информацию, полученную в результате работы кожаной компании.

Подраздел «Анализ базы товаров» собирает информацию о статусе заказа, количестве заказов отдельно по каждой категории.

В подразделе «Анализ доставки» содержится информация о заказах на доставку, их территориальном распределении, а также о статусе доставки.

«Анализ клиентской базы» – это подраздел, хранящий в себе данные о покупателях, их количестве и заказах, а также отзывах, оставляемых о товарах и работе компании.

Работа компании рассматривается как совокупность бизнес-процессов. Данные из вышеперечисленных подразделов формируются в отчёт о бизнес-процессах предприятия. Он позволяет осуществлять мониторинг всех бизнес-процессов предприятия, выявлять ошибки и скорректировать работу компании.

Для анализа системы управления и мониторинга бизнес-процессов кожаной компании разработана система, представляющая собой Интернет-магазин. Интернет-ресурс позволяет покупателю, находясь в любом месте, оформить покупку, выбрать способ доставки и оплаты. К главным преимуществам такой системы для клиентов относятся: удобный просмотр ассортимента товаров, контроль статуса заказа и доставки, возможность чтения отзывов других покупателей.

Разработанный Интернет-ресурс есть клиент-серверное приложение. Клиентская часть системы реализуется через пользовательский интерфейс. Главными функциями пользовательского интерфейса является выбор товара, оформление покупки, заказ доставки товара и для зарегистрированного пользователя – посещение личного кабинета. Серверная часть включает в себя веб-сервер и сервер баз данных. В результате их работы формируется бизнес-логика приложения и его внешние процедуры.

Все данные, поступающие от клиентов, хранятся и анализируются внутри базы данных. Чтобы избежать получения системой некорректной информации, ошибочно введённых данных, разработана система обработки входящей информации.

Для создания Интернет-ресурса использовались языки программирования HTML, CSS, PHP, SQL, JavaScript. В качестве платформы электронной коммерции была выбрана CMS opStore, основанная на базе Opencart. Для разработки сайта без использования хостинга применялась программа OpenServer x64, работа базы данных осуществляется с помощью СУБД phpMyAdmin.

1. Варзунов, А. В. Анализ и управление бизнес-процессами : учебное пособие / А. В. Варзунов. – Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2016. – 112 с.

## ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДЕТСКОГО САДА

**А.В. Викторова**

*Г.А. Сазонова, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

На сегодняшний день в детских садах многие формы документов и отчетов все еще ведутся вручную.

Актуальность исследования заключается в том, что необходимо уменьшить нагрузку педагогов и заведующих детскими садами по заполнению документов.

В результате проведения обзора существующих программных средств для детских садов было выявлено, что они не автоматизируют работу с внутренней документацией.

Целью работы является разработка информационной системы для автоматизации деятельности детского сада «Аленушка» города Кириллова.

При предпроектном обследовании были выявлены информационные потребности дошкольного образовательного учреждения и составлен перечень входной и выходной документации, оформление которых требует автоматизации [1]. В результате анализа предметной области была разработана функциональная структура системы (рис. 1). Система состоит из четырех блоков.

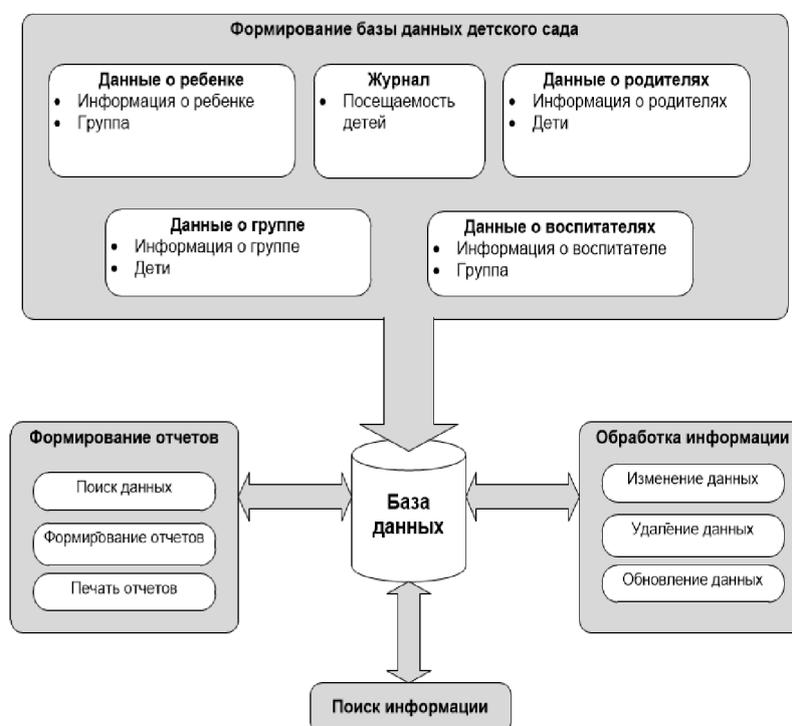


Рис. 1. Функциональная структура системы

Блок формирования базы данных детского сада предназначен для ввода информации о детях, родителях, группах, воспитателях, посещаемости детей.

Блок формирования отчетов позволяет найти и рассчитать показатели для отчетов, сформировать отчеты и подготовить их для печати.

Блок обработки информации позволяет изменять, удалять и обновлять данные, хранящиеся в системе.

Блок поиска информации предназначен для осуществления поиска данных в системе по заданным параметрам.

Функциональное назначение системы представлено с помощью схемы вариантов использования (рис. 2).

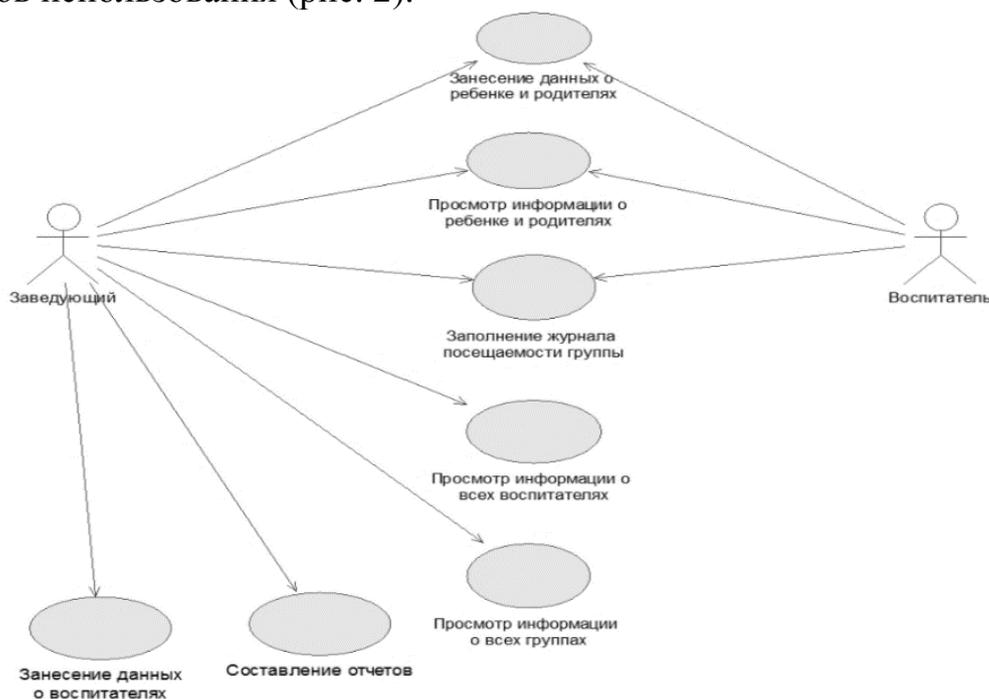


Рис. 2. Схема вариантов использования

На схеме два актера: заведующий детским садом и воспитатель. Вариантами использования для заведующего являются: занесение данных о ребенке и родителях, просмотр данных о ребенке и родителях, заполнение журнала посещаемости группы, занесение данных о воспитателях, просмотр информации о всех воспитателях, просмотр информации о всех группах, составление отчетов. Для воспитателя вариантами использования являются: занесение данных о ребенке и родителях, просмотр данных о ребенке и родителях, заполнение журнала посещаемости группы.

Программное обеспечение разработано на языке C++ в среде Visual Studio 2019.

Практическая ценность работы состоит в том, что данная система будет внедрена в детском саду «Аленушка» города Кириллова, что упростит ведение отчетности и приведет к увеличению производительности труда воспитателей.

1. Сазонова, Г. А. Автоматизация центра психолого-медико-социального сопровождения / Г. А. Сазонова // Материалы и методы инновационных исследований и разработок: сборник статей Международной научно-технической конференции. – Уфа : ОМЕГА САЙНС, 2016. – С. 64–66.

## ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ РАБОТЫ С ЧАСТОТНЫМИ СЛОВАРЯМИ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ

*М.В. Вихрова*

*С.Ю. Ржеуцкая, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

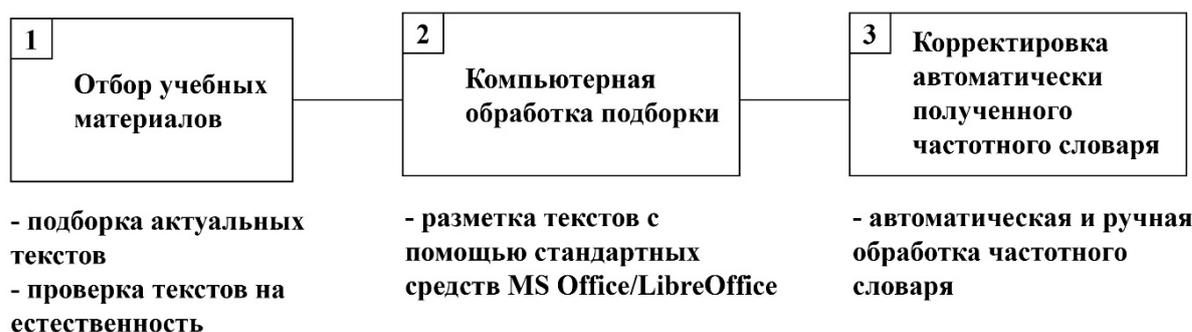
Вологодский государственный университет

г. Вологда

Изучение английского языка – не самая лёгкая задача, особенно для студентов технических специальностей. А знание английского языка является необходимостью для технического специалиста, особенно IT-направлений, так как большинство программ и новой актуальной информации появляется на английском языке.

Частотный словарь – список слов и иных лексических единиц, упорядоченный по частоте их встречаемости в заданном представительном корпусе текстовых материалов [1] (корпус – коллекция текстовых материалов, размеченных по определённым правилам, используемая для компьютерной обработки).

Составление частотного словаря английского языка по IT-направлению является непростой задачей. Сложность заключается в подборе актуальной информации, выборе средств составления самого частотного словаря и в его последующем редактировании [2]. Исходя из вышесказанного, была разработана функциональная модель работы с частотными словарями. Данная модель представлена на рисунке.



*Рис. Функциональная модель работы с частотными словарями*

Предлагаемая модель состоит из трёх строго последовательных этапов. Далее кратко разберем каждый из них.

Первый этап – отбор учебных материалов. Он включает в себя подборку актуальных профессионально-ориентированных технических текстов, а также проверку отобранного материала на естественность. Студенты должны обучаться по материалам профессиональных авторов, а не по работам, которые составили компьютеры. Для этого должна производиться проверка текста на естественность с помощью использования закона Ципфа. Закон Ципфа – ме-

тод, оценивающий естественность текста с помощью закономерности расположения слов – частота слова обратно пропорциональна его месту в тексте. Этот этап является самым важным, так как от качества используемых источников будет зависеть финальный результат.

Второй этап заключается в компьютерной обработке отобранной на первом этапе профессионально-ориентированной литературы. В результате выполнения данного шага будет получен частотный словарь лексических единиц по заданной теме. Данный словарь будет включать как общеупотребительную лексику, так и профессионально-ориентированную. Разметка текстов и выделение лексических единиц можно осуществить с помощью стандартных средств MS Office или его бесплатного аналога – LibreOffice. Начальная обработка текста происходит с помощью программ MS Word. Для выделения двух словарных слов, между которыми могут быть предлоги, понадобилось написание собственного модуля на встроенном в MS Office языке Visual Basic for Application. Далее полученный список с помощью встроенных средств переносится в MS Access и с помощью SQL запроса строится искомый частотный словарь.

На третьем, последнем этапе, происходит ручная и автоматическая корректировка частотного словаря. Она необходима, чтобы подстроить частотный словарь под студентов. Например, удалить слова, которые уже изучены или не нуждаются в переводе. Это можно выполнить с помощью SQL запроса. А ручная обработка необходима для удаления слов с орфографическими ошибками. Они, как правило, будут находиться в конце частотного словаря.

Используя предложенную методику, был составлен и опробован на студентах частотный словарь английского языка по олимпиадным задачам по программированию. Применение частотного словаря ускорило изучение профессионально-ориентированных английских слов и повысило правильность понимания самих задач.

1. Алексеев, П. М. Частотные словари: Учебное пособие. – Санкт-Петербург: Изд-во С.-Петерб. Ун-та, 2001. – 156 с.

2. Харина, М. В. Применение частотных словарей в процессе развития англоязычной лексической компетенции студентов ИТ-направлений / Открытое образование. 2018; 22 (5). – С. 65–73.

## ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОМПЬЮТЕРНОГО КЛУБА «VOLBIT»

*М.В. Денисова*

*С.Ю. Ржеуцкая, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

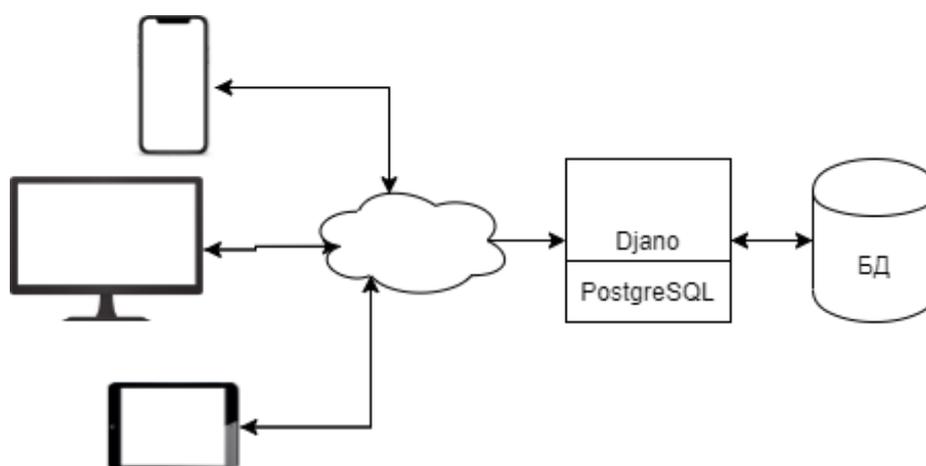
Вологодский государственный университет

г. Вологда

Компьютерный клуб «VolBit» обучает информационным технологиям детей с 1 по 11 класс. Курсы последовательно ориентированы на школьников младших, средних и старших классов. Сайт поможет родителю получить полную информацию о курсе, узнать стоимость, место проведения занятий и его расписание. С помощью личного кабинета родитель будет всегда проинформирован о посещаемости ребенка и об оплате, а также о переносах занятий и домашних заданиях.

Для эффективной работы компьютерного клуба необходима информационная система, которая поможет автоматизировать его деятельность.

Структура спроектированной системы представлена на рисунке.



*Рис. Структура спроектированной системы*

Система представляет из себя:

1. Базу данных, содержащую информацию о студентах и родителях, содержание курсов, ведомость оплаты и посещения и другую необходимую информацию. В данной работе используется PostgreSQL [1].
2. Сервер, на котором расположена база данных.
3. Клиентское приложение, разрабатываемое с помощью связки Python с Django.

Для проектируемой системы выбрана архитектура «клиент-сервер», так как эта архитектура обеспечивает простое и относительно дешевое решение

проблемы коллективного (многопользовательского) доступа к базам данных в локальной или глобальной сети [2].

Проектируемая система позволит:

- добавлять, изменять и удалять сведения о студентах, родителях, курсах и преподавателях;
- просматривать списки посещаемости и оплаты;
- просматривать статистику посещаемости курса;
- производить оперативный обмен информацией между преподавателем и администрацией.

Так как база данных будет содержать информацию о персональных данных студентов, необходимо дополнить её элементами защиты, такими как логины и пароли, а также выделение определённых прав для пользователей на уровне СУБД.

Обработка персональных данных будет производиться в соответствии с Федеральным законом «О персональных данных» от 27.07.2006 N 152-ФЗ.

На данном этапе спроектирована база данных, которая заполнена тестовыми данными, частично реализован функционал для клиентского приложения. В дальнейшем планируется доработка функционала приложения и тестирование системы.

Разработка информационной системы позволит повысить производительность работы компьютерного клуба «VolBit», т.к. автоматизирует некоторые его функции: обмен информацией между преподавателем и администратором клуба, также будет оперативный обмен между администрацией и родителем, мониторинг списков оплаты и посещаемости, мониторинг статистики посещаемости курса.

1. Введение в СУБД PostgreSQL [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/227959/>

2. Ржеуцкая, С. Ю. Базы данных. Теоретические и языковые основы: учебное пособие / С. Ю. Ржеуцкая. – Вологда : ВоГУ, 2016. –112 с.

## АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ РАЗРЕШЕНИЯ МЕЖФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КОНФЛИКТОВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

*Д.С. Дианов*

*В.Ф. Булавин, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В крупных организациях различные отделы, выполняя возложенные на них функции, так или иначе влияют на материальные потоки предприятия. Поскольку цели этих отделов и показатели их эффективности специфичны для каждого отдельного подразделения, имеют место всевозможные конфликты интересов на почве выполнения рабочих функций.

Одним из способов решения озвученной проблемы является создание автоматизированных интеллектуальных систем, анализирующих информационные потоки, в целях нахождения решений разнообразных логистических затруднений либо для нахождения более выгодных стратегических возможностей.

Новизна заключается в использовании мультиагентного подхода к созданию информационной системы для автоматизированного разрешения возникающих на предприятии межфункциональных конфликтов.

Цель работы – разработка логистической информационной системы предприятия, состоящей из независимых и взаимодействующих программных модулей – интеллектуальных агентов. Функционал каждого агента включает в себя: сбор и хранение информации о работе отделов предприятия; обработку и анализ полученной информации; сопоставление аналитических данных с системой задач и внутренних целей агента. Взаимодействие агентов, с целью нахождения компромиссного либо взаимовыгодного решения осуществляется в реальном времени.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: апробировать положения по управлению проектами, связанные с взаимодействием различных подразделений предприятия; составить набор наиболее распространённых моделей конфликтов; разработать внешнюю архитектуру мультиагентной системы; разработать внутреннюю архитектуру агента; разработать программную и аппаратную реализацию; подтвердить адекватность работы системы.

Собранные данные по межфункциональным конфликтам обрабатываются методом структурно-функционального анализа для выделения ключевых элементов. С помощью подходов имитационного моделирования должна быть проведена параллель между существующими отделами – их целями и задачами – и программными интеллектуальными агентами. Логику работы каждого отдельного агента планируется реализовать с использованием нейронечётких сетей (обучение с учителем), для оперирования нечёткими значениями и ло-

гикой при общении между агентами, что способно сократить общую нагрузку на систему и увеличить скорость работы.

На данный момент проведено исследование литературы, связанной с природой конфликтов функций на предприятиях, – получена классификация причин их возникновения. Среди проблемных сфер взаимодействий отделов выделены: ценообразование; оформление упаковки при отпуске продукции; прогнозирование объемов продаж и регионов сбыта; создание логистических транспортных трафиков для сбытовых систем; определение ассортиментного перечня продукции; продолжительность цикла доставки; политика обслуживания клиентов; выбор технологии товародвижения; периодичность закупки товара; составление плана производства. Было определено наиболее часто встречающееся разделение подразделений на отделы: закупки, маркетинг, продажи, финансы, транспорт, склад. В ходе работы разработана архитектура и набор агентов, соответствующая основным подразделениям предприятий.

В ближайшее время планируется реализация прототипа системы, позволяющая оценить потенциал данного решения. Предложенные подходы позволят улучшить эффективность взаимодействия отделов и управления предприятием в целом, что повысит его конкурентоспособность на рынке товаров и услуг.

1. Основы логистики: конспект лекций / Г. Г. Левкин, Н. Б. Куршакова, К. О. Дзюбина. – М.-Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 248с.

2. Логистическая координация как инструмент управления межфункциональными конфликтами на предприятиях оптовой торговли / А. Б. Виноградов. – М., 2016. – 216 с.

## СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И ПЛАНИРОВАНИЯ АГРАРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*Д.Е. Жаравин*

*С.Б. Федотовский, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Тенденции развития и внедрения компьютерных технологий в сферы деятельности предприятий приводят к появлению на рынке программных продуктов всё большего числа универсальных систем. Такие системы обладают набором стандартных прикладных решений, которые способны отвечать требованиям самых разнообразных предприятий, объединённых одной сферой деятельности.

В последнее время информационные технологии получили широкое распространение в сельскохозяйственной деятельности. Многие агропромышленные комплексы уже сегодня применяют технологии, направленные на автоматизацию, мониторинг, учет и планирование своей деятельности [1].

На сегодняшний день для подобных случаев существуют такие универсальные системы, как GrowVeg, Agro-online, АгроКонтролер, Soft.farm и другие. Они являются многофункциональными и хорошо подходят для крупных сельскохозяйственных предприятий и холдингов. Однако подобная универсальность программных продуктов чаще всего приводит к тому, что на конкретных предприятиях будут применяться лишь некоторые возможности этих систем.

Компании-разработчики, добиваясь универсальности и многофункциональности своих продуктов, назначают большую цену на их приобретение или предоставление доступа по подписке. Поэтому малые и средние сельскохозяйственные предприятия, не говоря уже о садоводческих товариществах и частных лицах, не могут себе позволить использование подобных технологий. Именно поэтому целесообразно рассмотреть создание собственной системы, которая обладала бы только самым необходимым функционалом и, как следствие, доступной ценой [1].

Рассматриваемая в научно-исследовательской работе задача востребована, так как система создаётся с возможностью внедрения её в конкретное производство. Исследовательская часть проекта направлена на отражение области исследования в программной продукте, поэтому при его разработке необходимо учитывать основные факторы, которые напрямую влияют на эффективность аграрной деятельности.

Отходя от универсальности систем, следует уделить внимание их конфигурируемости – это позволит устранить излишний и добавить недостающий функционал программного продукта, который подойдёт для конкретных задач предприятия.

В соответствии с этим условием для разработки системы была выбрана технологическая платформа «1С:Предприятие 8.3». Она обеспечивает возможность создания конфигурации, которую можно адаптировать практически под любые особенности определённой сферы деятельности, а также, при необходимости, модифицировать в зависимости от изменения тех или иных факторов производства.

Разработка структуры программного продукта осуществляется в отдельном модуле, который предназначен для разработчиков и программистов на базе платформы «1С:Предприятие». Данный режим запуска называется «Конфигуратор» – он позволяет создавать, корректировать структуру и свойства базы данных, создавать программные модули и выполнять все административные функции [2]. Окно конфигуратора системы «1С:Предприятие» представлено на рисунке.

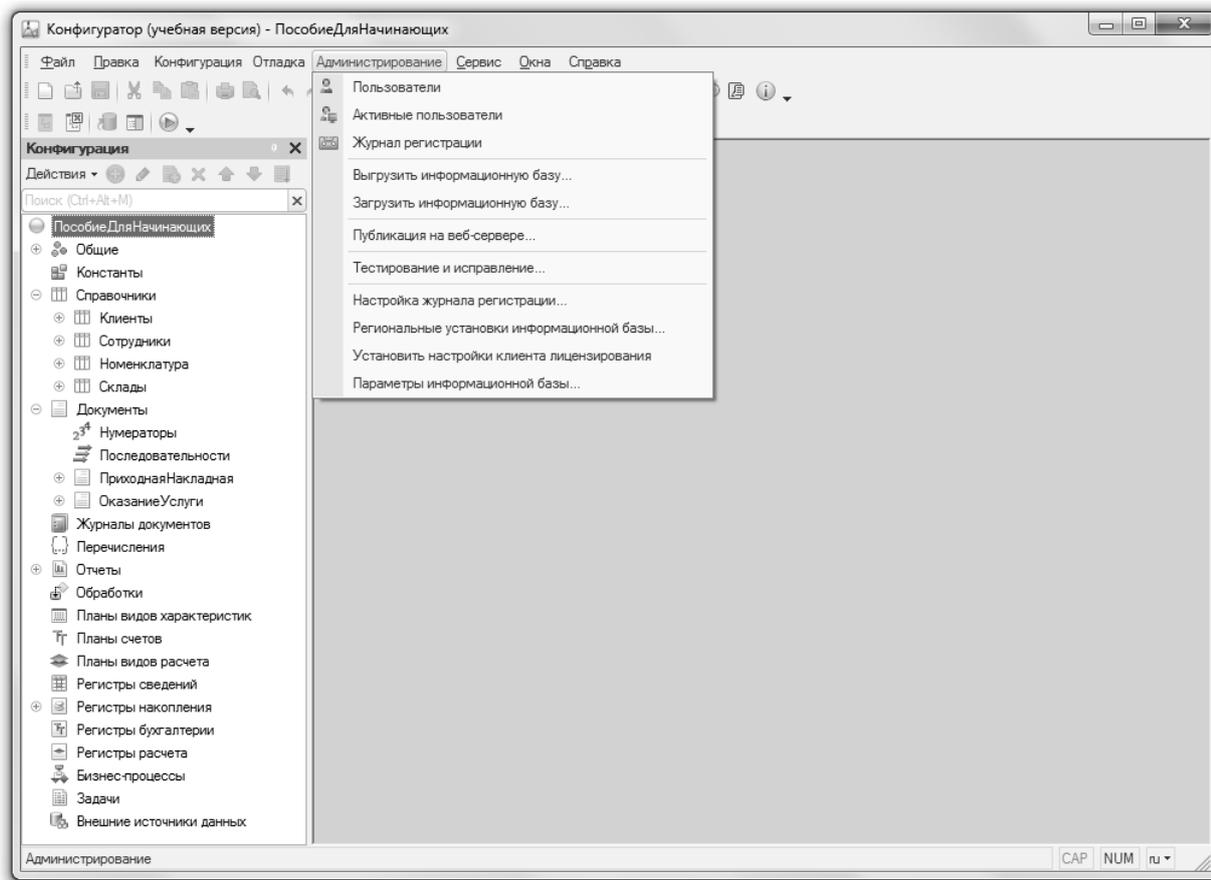


Рис. Окно конфигуратора системы «1С:Предприятие»

Назначением данного программного продукта является то, что он позволит упростить процесс мониторинга, учета и планирования аграрной деятельности, обладая при этом низкой стоимостью, а также только самым необходимым функционалом для небольших фермерских хозяйств и частных садоводов.

1. Жаравин, Д. Е. Система мониторинга и планирования аграрной деятельности / Д. Е. Жаравин // Информационные системы и технологии: материалы межрегиональной XIII Ежегодной научной сессии аспирантов и молодых ученых (Вологда, 19 ноября 2019 г.) / ред-кол.: А. А. Сеницын [и др.] – Вологда: Вологодский государственный университет, 2019.

2. Радченко, М. Г. 1С:Предприятие 8.3 Практическое пособие разработчика / М. Г. Радченко, Е. Ю. Хрусталева. – Москва: 1С-Паблишинг, 2013. – 963 с.

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПОДБОРА КОМПЛЕКТУЮЩИХ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА

*А.А. Зепалов*

*А.М. Полянский, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Персональные компьютеры используются во многих различных сферах деятельности, подбор комплектующих для них – важный и достаточно сложный процесс. Выбор конфигурации компьютера определяется кругом решаемых задач и влияет на возможности и производительность компьютера [1].

Готовые решения, представленные в магазинах, – это конфигурации, составленные по критерию стоимости, чтобы попасть в заданную ценовую нишу. Такие компьютеры собираются из комплектующих в наличии на складе с учетом совместимости комплектующих, не акцентируя внимание на производительности системы (кроме топовых конфигураций). Многие пользователи решают самостоятельно выбирать для себя компьютер, и им будет полезен инструмент, позволяющий упростить процесс подбора комплектующих, а также оценить выбранную конфигурацию дополнительно по соотношению «производительность – стоимость».

Цель настоящего исследования – разработка автоматизированной системы подбора комплектующих персонального компьютера.

Задачи исследования:

- анализ предметной области и аналогов;
- определение набора частных критериев оптимальности и ограничений;
- выбор методик оценки значений заданных частных критериев и ограничений;
- разработка структуры базы данных и информационных ресурсов системы;
- разработка интерфейсных решений;
- кодирование, отладка и тестирование прототипа программного продукта.

В ходе выполнения анализа предметной области были рассмотрены конфигураторы интернет-магазинов: dns-shop, asusbrandshop, ironbook, pc-arena. Рассмотренные конфигураторы расположены на сайтах интернет-магазинов и позволяют пользователю выбрать конфигурацию из комплектующих, которые имеются в продаже в данном магазине с учетом совместимости комплектующих. Каждый из представленных конфигураторов обладает своими преимуществами и недостатками. Но ни один из рассмотренных конфигураторов не дает возможность произвести оценку производительности, следовательно, не позволяет создать оптимальную конфигурацию по соотношению «производительность – стоимость».

В соответствии с проведенным анализом и целью исследования определим функциональные требования к разрабатываемой системе:

- возможность составления конфигурации персонального компьютера на основе данных и рекомендаций поставщиков комплектующих;
- проверка совместимости выбранных комплектующих;
- возможность сопоставительной оценки производительности и стоимости конфигурации, что позволит подобрать оптимальный по этому критерию вариант.

Составление конфигурации персонального компьютера в разрабатываемой системе представляет собой выбор определенного набора комплектующих из базы данных. Проверка совместимости выбранных комплектующих осуществляется на основе технических характеристик устройств и рекомендаций поставщиков комплектующих.

Так как при подборе комплектующих система еще не собрана, следовательно, нет возможности произвести комплексные тесты производительности. Поэтому будем производить оценку производительности на основе существующих результатов тестирования готовых систем с помощью тестово-диагностических программ и технических характеристик комплектующих. Результаты оценки производительности позволят сравнить между собой комплектующие одного типа, например процессоры, жёсткие диски, модули памяти и проч., в результате пользователь сможет подобрать наиболее подходящую конфигурацию.

Оценка производительности отдельных комплектующих производится один раз при добавлении комплектующих в базу данных. Значение производительности вычислительной системы в целом определяется для каждой выбранной конфигурации по самому нагруженному элементу системы.

В разрабатываемом приложении пользователь сможет выбрать конфигурацию и посмотреть, как изменится производительность и стоимость вычислительной системы, если заменить наиболее нагруженный компонент системы на более производительный. Данная возможность позволит подобрать наиболее оптимальную конфигурацию по частному критерию: соотношение «производительность – стоимость» для сборки в целом.

Результатом работы является действующий прототип программного продукта, созданный в соответствии с поставленной целью и предъявляемыми к разрабатываемой системе требованиями, выполняющий следующие функции:

- ввод и корректировка данных по комплектующим в локальную базу;
- составление конфигурации персонального компьютера на основе данных из локальной базы комплектующих;
- проверка совместимости выбранных комплектующих по набору признаков и ограничений;
- расчёт сопоставительной оценки производительности и стоимости конфигурации ПК.

Ведутся работы по развитию пользовательского интерфейса и сервисам синхронизации данных по комплектующим.

1. Аппаратные средства РС / О. В. Колесниченко, И. В. Шишигин, В. Г. Соломенчук. – 6-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 800 с.

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ ПРОЦЕССА РАСКРОЯ ПРОКЛАДОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

*И.Д. Зубарев*

*Н.А. Кремлёва, научный руководитель, канд. экон. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Актуальность темы исследования обоснована необходимостью совершенствования организации технологического процесса раскроя прокладочных материалов, а именно паронитовых прокладок, в условиях ПАО «Нижнекамскнефтехим» (г. Нижнекамск, Республика Татарстан) и подтверждается размещённым на сайте «Профстажировки.рф» кейсом [1].

Причины, по которым проблема привлекает внимание специалистов производственных предприятий, – при организации раскроя листового материала на производстве перед технологами, конструкторами и специалистами стоит задача увеличения количества использования листового материала. Объем прокладок из паронита, изготавливаемых ремонтно-механическими цехами завода, составляет около 2,5 тысяч штук в день, используемых для замены изношенных прокладок в их рабочих средах. Раскрой осуществляется с использованием ручного труда и/или применением дополнительного технологического оборудования, например электрических ножниц и радиально-сверлильного станка.

Целью исследования является разработка предложений по освоению технологических инноваций, в частности автоматизации технологического процесса раскроя паронита, что обеспечит наиболее эффективное использование материалов, снижение трудоёмкости и технологических затрат при изготовлении прокладок, улучшение потребительских характеристик конечного изделия.

Задачи исследования представляют собой комплекс мероприятий, направленных на достижение поставленной цели, которые включают в себя: анализ существующих технологий раскроя прокладок; изучение и систематизацию теоретических положений рационального использования материала; разработку предложений по автоматизации технологического процесса раскроя материала.

В качестве методологической базы исследования использован метод анализа и сравнения.

Объектом исследования является ПАО «Нижнекамскнефтехим», предметом исследования – технологический процесс раскроя листового прокладочного материала (паронита).

Практическая значимость исследования заключается в возможности освоения разработанных предложений по оптимизации раскроя прокладочных материалов руководителями производственных предприятий с целью снижения технологических затрат.

В качестве технологической инновации предлагается автоматизировать процесс раскроя путем использования в технологическом процессе оборудование с гидроабразивным методом раскроя, позволяющее исключить изменение структуры паронита, а также программное обеспечение рационального раскроя «Техтран».

Рассмотрим особенности материала, которые необходимо учитывать при выборе технологии раскроя. Паронит представляет собой материал, состоящий из асбеста, каучука и других компонентов, придающих необходимые свойства материалу – герметичность, гибкость, устойчивость к рабочим средам. Применяется при уплотнении соединений в работающих средах, таких как: нефти и нефтяных продуктов, жидкого и газообразного кислорода, воды и пара. Традиционно изготавливается методом прессования массы [2].

Под раскроем понимается способ расположения деталей на листе заготовки и их вырезание. Проведенный анализ специализированной литературы показал возможности применения нескольких технологий раскроя листового прокладочного материала – лазерный раскрой, гидроабразивный, механический раскрой. Существующие технологические решения для раскроя прокладочных соединений не соответствуют требованиям процесса раскроя паронитовых прокладок. Например, лазерный луч оказывает термическое воздействие на раскраиваемую часть листа паронита, что приводит к изменению структуры и преждевременной деформации краёв прокладки.

Проведен патентный поиск технологических решений в области раскроя по открытым патентным базам «ФИПС», «Роспатент», «WIPO», который показал, что большинство запатентованных решений посвящено раскрою металлов и тканей. Решений в области прокладочных материалов не выявлено.

Результаты работы представляют собой анализ и упорядочивание данных об объекте и предмете исследования, позволяющие сделать вывод о необходимости совершенствования процесса раскроя на производстве. Рассмотрены существующие методы технологии раскроя металлов и тканей, проведен патентный поиск технологических решений в области раскроя, предложено освоение технологической инновации, заключающейся в автоматизации технологического процесса путем включения программы рационального раскроя в оборудование гидроабразивной резки, обозначена практическая значимость исследования.

Направления дальнейших исследований: оптимизация карт раскроя прокладочных материалов и определение необходимого количества сырья для

производства прокладок, выбор программного обеспечения процесса раскрытия, разработка алгоритмов автоматизации технологического процесса, оценка экономической целесообразности автоматизации раскрытия прокладочных материалов.

1. Профстажировки.рф. URL: <https://xn--80aeliblxdekein0a.xn--p1ai/> (дата обращения 10.11.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

2. ГОСТ 481-80 Паронит и прокладки из него. Технические условия = Compressed asbestos fibre sheets and gaskets from it. Specifications. национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: введен впервые: введен 2009-01-01 / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – Москва: Стандартинформ, 2008. – 13 с.

## **ПОВЫШЕНИЕ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОСТИ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ**

*К.Д. Зуев*

*С.Ю. Ржеуцкая, научный руководитель, канд. техн. наук*

*Вологодский государственный университет*

*г. Вологда*

Сбербанк уделяет повышенное внимание своим ИТ-системам, постоянно повышая их надежность и отказоустойчивость. Одна из ключевых программ Сбербанка – программа надежности критичных автоматизированных систем банка «99,99».

Объект исследования: повышение отказоустойчивости в работе приложений, основанных на микросервисной архитектуре.

Предмет исследования: автоматическое и ручное отправление сигнала балансировщику о возможности обрабатывать запросы на основе метрик сервера и сервисов на нем.

Задачи исследования:

1. Повышение времени безотказной работы системы. Чтобы этого добиться, необходимо определять способность конкретного сервера обрабатывать запросы и в случае проблем отправлять сигнал балансировщику о невозможности принимать новые запросы.

2. Обеспечение администратора возможностью отслеживать работу сервисов и серверов и регулировать их работу. Для этого нужно разработать приложение, которое получает необходимую для администратора информацию, а также удобный пользовательский интерфейс для отображения и управления состоянием системы, что поможет гораздо быстрее и эффективнее обнаруживать и устранять проблемы.

3. Внедрение результатов исследования.

Ключевые компоненты исследуемой системы:

1. Балансировщик – система, которая обращается к реестру сервисов, чтобы понять, на каких узлах находятся необходимые сервисы и могут ли они обработать запрос.

2. Реестр сервисов – сервис, который хранит данные о сервисах и узлах, предоставляет информацию для балансировщика и регистрирует информацию о состоянии сервисов.

3. Сервис Администратора – сервис, который планируется разработать. Является приложением с пользовательским интерфейсом для отображения информации и регулировки работы системы

4. Экземпляр сервиса – back-end сервис, на который направляет свой запрос балансировщик

5. Сервис-Агент – сервис, который опрашивает состояние сервисов и узлов.

В данной системе планируется разработать приложение для администратора и доработать сервис агент, на автоматическую запись в реестр сервисов сигнал о недоступности узла при превышении значения различных метрик на узле. Данные доработки выделены зеленым на рисунке.

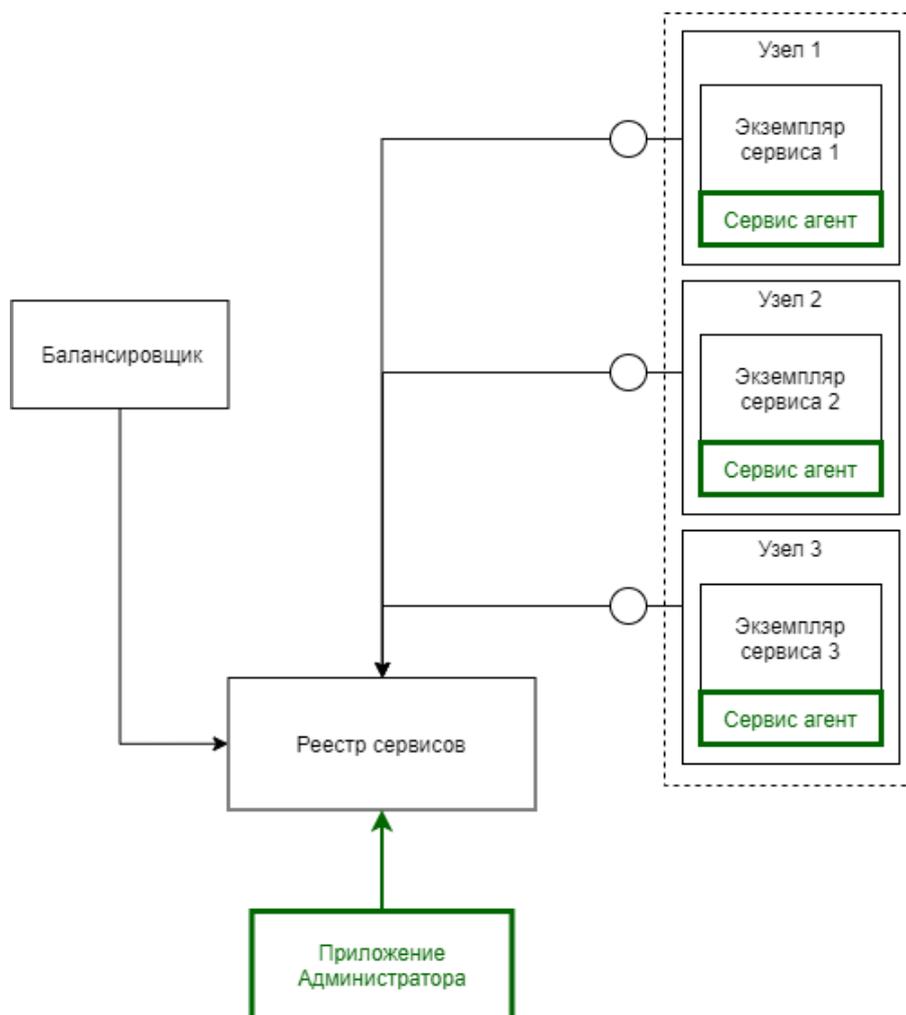


Рис. Архитектура системы

Используемый стек технологий:

1. Сервис Агент будет дорабатываться на языке программирования Java с использованием библиотеки Spring.

2. Для приложения администратора используется JavaScript, node.js и фреймворк React.js.

1. Распределенные системы. Принципы и парадигмы / Э. Таненбаум, М. ван Стеен. — СПб.: Питер, 2003. — 877 с: ил. — (Серия «Классика computer science»)..

2. Документация по фреймворку Spring: [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.spring.io/>.

## **АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ В СИСТЕМЕ УЧЕТА МАТЕРИАЛЬНЫХ ЦЕННОСТЕЙ**

***В.К. Карганова***

*Г.А. Сазонова, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В ходе выполнения национального проекта «Цифровая экономика» появилась необходимость в программном обеспечении для передачи, обработки и хранения больших объемов данных, так как объем создаваемой человеком информации растет в геометрической прогрессии.

Целью работы является разработка информационной системы мониторинга и учета материальных средств для образовательного учреждения, которая повышает эффективность работы, ведет отслеживание движения устройств и формирует необходимую документацию. Для эффективного управления информацией необходимо качественно организовывать ее сбор, обработку и передачу. Деятельность организации также накладывает ряд особых требований к информации.

Разработка и внедрение информационной системы учета материальных ценностей организации обусловлены следующими соображениями:

1) в деятельность любой организации включены такие виды ресурсов, как финансовые, материальные и информационные;

2) необходимость в ведении контроля наличия оборудования и состояния финансовых обязательств организации;

3) необходимость в оптимизации затрат ресурсов на взаимодействие с информацией об оборудовании и ведение документации.

В ходе работы был проведен анализ информационных потоков предприятия, который включал в себя исследование существующей схемы документо-

оборота организации и интенсивности потоков данных, включенных в процесс учета материальных ценностей [1]. Разработанная функциональная структура системы представлена на рисунке.

В первом блоке происходит формирование базы данных пользователей, физических и юридических лиц, которым в дальнейшем будет передано оборудование, и самого оборудования, которое числится в учреждении. Для этого сотрудник учреждения заносит данные в систему в соответствии с бухгалтерской ведомостью. При добавлении оборудования автоматически создается документ «Постановка на учет» и «Ярлыки оборудования». Документ «Ярлыки оборудования» содержит краткую информацию об устройстве, а также QR-код, считав который, можно попасть в карточку данного оборудования в разработанной системе.

Во втором блоке происходит различная обработка занесенной информации: изменение ранее указанных свойств оборудования, добавление новых свойств, изменение данных о пользователях, физических и юридических лицах.



Рис. Функциональная структура системы

В третьем блоке происходит автоматическое формирование документации. При совершении действия с оборудованием создается соответствующий документ. Документы нельзя редактировать, все данные в них загружаются автоматически. Документ «Справка» содержит в себе инструкции по работе с приложением. Документ «Карточка устройства» отображает все параметры конкретного оборудования, а также содержит историю его перемещений. Документ «Карточка комплекта устройств» объединяет сведения обо всем оборудовании, которое находится под одним инвентарным номером.

Система реализована в виде Web-приложения с использованием языка PHP. Для обработки запросов использовался сервер Apache. В качестве базы данных применяется MySQL, для управления которой используется phpMyAdmin. Используются фреймворк Bootstrap и библиотеки – jQuery, DataTables, mPDF.

При использовании данной системы для каждого добавленного оборудования генерируется ярлык с краткой информацией и QR-кодом. Данный ярлык располагают на корпусе оборудования. При проведении инвентаризации будет достаточно отсканировать QR-код с помощью мобильного телефона или планшета. Если отсканировать код не получается, то оборудование можно найти по инвентарному и серийному номеру.

1. Сазонова, Г. А. Системный подход к управлению региональной системой образования / Г. А. Сазонова, А. В. Бухтиничев // Материалы и методы инновационных исследований и разработок: сборник статей Международной научно-технической конференции. – Уфа : ОМЕГА САЙНС, 2016. – С. 326–328.

## **ШАБЛОНИЗАЦИЯ И РЕДАКТИРОВАНИЕ DOM HTML-СТРАНИЦ**

*Д.Ю. Козин*

*А.Н. Андреев, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Реклама стала неотъемлемой частью нашей жизни, встречается повсюду, начиная от объявлений на дверях и фонарных столбах до информирования через СМИ (радио-вещание, телевидение). Вполне естественным процессом явилось постепенное появление рекламы в среде Интернет. Крупные агентства и компании направляют огромные средства на развитие данного сегмента.

Перейдя в среду Интернет, реклама попыталась унаследовать принципы ее построения из повседневной жизни. Незаметное упоминание брендов в кино стало рекламными блоками на сайтах, реклама из радиотрансляций интегрируется в стриминговые сервисы, а различные буклеты и флаеры стали целевыми страницами (landing page).

Одним из преимуществ целевых страниц можно выделить возможность их быстрой адаптации под меняющиеся условия (например, изменение заголовка страницы). Однако внесение правок вручную – рутинная задача, особенно это заметно, когда требуется правка большого количества страниц. Неправильные изменения могут затронуть DOM HTML-страницы, что приведет к неправильному отображению.

Для этих целей целесообразно использование шаблонизаторов – специальных утилит, позволяющих на основе имеющихся HTML-страниц и набора данных генерировать конечные HTML-страницы. Шаблонизация позволяет упростить процесс внесения правок, а также снизить вероятность ошибок при отрисовке HTML-страницы в браузере. Выбор шаблонизатора в первую очередь обуславливается выбором языка программирования, на котором реализуется серверная часть. Важным аспектом при выборе также является используемый синтаксис шаблонизатора.

Изначально кажется вторичным такое требование, как объем занимаемой шаблонизатором памяти на физическом носителе. Однако оно может быть выставлено со стороны бизнес-заказчика ввиду ограничений хостинга. Используемый ранее шаблонизатор занимал 50 Мб памяти, что негативно сказывается при массовом тиражировании целевых страниц.

В связи с этим остро встала задача заменить или реализовать алгоритм шаблонизации, который будет занимать минимально возможный объем памяти и будет поддерживать уже используемый синтаксис шаблонов.

В качестве языка программирования был выбран язык PHP, т.к. ранние проекты реализовывались на его базе.

При разработке алгоритма необходимо учесть несколько особенностей используемого ранее шаблонизатора:

1) синтаксис, при котором заменяемые фрагменты обозначаются двумя фигурными скобками (“{” и “}”);



Рис. Блок-схема разработанного алгоритма

2) указанные в шаблоне переменные могут представлять собой объекты и массивы – в таком случае возможно обращение к элементу массива по индексу или обращение к переменной внутри объекта.

По возможности, новый алгоритм также должен решить ряд имевшихся синтаксических проблем, например отключение возможности вносить комментарии в шаблон (ранее для этого применялся синтаксис `{# ... #}`. Данный синтаксис применяется для комментирования в CSS. Если шаблонизатор не находил тег, показывающий завершение комментария, отображалась ошибка).

Блок-схема разработанного алгоритма представлена на рисунке.

В конечном итоге было реализовано основное бизнес-требование – объем памяти, который занимал алгоритм на языке PHP – 4 Кб. Однако в связи с этим появился ряд проблем:

1) изменения в скорости загрузки сайта ввиду сравнительно медленной правки шаблона на сервере;

2) при каждом запросе страницы отправляется запрос в базу данных на получение переменных из шаблона.

Для решения данной проблемы использован механизм кеширования страниц. При первом запросе к странице происходит сохранение с подставленными переменными в кеше, при последующих – страница считывается из кеша. В таком случае удалось снизить нагрузку на ЦП на 40 %, объем используемой ОЗУ – на 30 % (по сравнению с использованием шаблонизатора без применения кеширования).

## **ПРОГРАММНОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ СБОРКИ ПРОЕКТОВ В UNITY3D**

*Н.Г. Корыткин, П.Г. Корыткин*

Филиал «Стрела» Московского авиационного института  
г. Жуковский

Стандартные средства инструмента для разработки в реальном времени Unity позволяют хранить только одну конфигурацию для целевой платформы, поэтому их сложно применять для больших проектов, которые нужно настраивать под множество платформ дистрибуции.

Для того, чтобы автоматизировать повторяющийся процесс перенастройки конфигурации проекта в Unity, для дальнейшей его сборки и уменьшения времени, затрачиваемого на настройку, потребовалось разработать своё программное решение.

Программное решение должно отвечать следующим требованиям:

1. Простота в использовании.
2. Возможность запоминать большое количество конфигураций для каждой целевой платформы.
3. Возможность выбора нескольких конфигураций для сборки.
4. Автоматическое выключение ПК после окончания процесса сборки при необходимости.
5. Возможность импортирования необходимых SDK.
6. Возможность удаления ненужных SDK.
7. Автоматическая подпись приложения нужным сертификатом.

Файлы конфигурации было решено хранить в папке с проектом. Программное решение написано на языке программирования C# с использованием UnityEditor API для управления сборщиком проектов Unity.

При необходимости в проект выполнялось импортирование необходимого SDK, в случае ненужности его удаление.

В случае возникновения конфликтов, после импорта SDK, выводится сообщение.

После конфигурации Unity для сборки проекта выполнялась проверка наличия сертификата и правильности пароля для него.

Сообщение выводится в случае отсутствия сертификата или если введён неверный пароль сертификата.

После изложенных выше операций начинается сборка первой конфигурации. Далее процесс повторяется для второй и последующих конфигураций.

Если все конфигурации собраны без ошибок, то вызывается bat-файл для закрытия Unity и последующего выключения ПК (если пользователь отметил пункт автоматического выключения ПК).

Разработанное программное решение позволило упростить сборку проектов в Unity. Благодаря автоматизации процесса, сборка проектов стала возможна без участия пользователя, что позволило сократить затрачиваемое время на сборку проекта.

## АППАРАТНЫЙ ЭМУЛЯТОР ЖЕСТКОГО ДИСКА НА БАЗЕ CPLD/FPGA

*И.П. Корытов*

*А.М. Водовозов, научный руководитель, канд. техн. наук, профессор  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Широкий спектр оборудования, включая компьютеры для промышленной автоматизации и станки с ЧПУ, а также более специализированные устройства (электронные музыкальные инструменты, машины для выкройки и шитья и др.), которые выпускались начиная с 1980-х и заканчивая началом 2000-х, поддерживали 3,5-дюймовые дискеты или диски с интерфейсом PATA [1]. С каждым годом их поддержка вызывает все больше сложностей – ИТ-администраторам приходится разыскивать устаревшие драйверы, решать проблемы совместимости с новыми ОС и оборудованием, заниматься поиском «антикварных» деталей и запчастей на сайтах частных объявлений.

В то же время устаревшие PATA-диски можно заменить на современные диски SSD в формате Disk on Module (DOM). Применение DOM дает дополнительное преимущество ввиду отсутствия кабелей и компактности, т.к. они

напрямую подсоединяются к системной плате. Самым недорогим является пассивный переходник на CompactFlash. Можно воспользоваться переходниками на mSATA, одинарными или вдвоенными кардридерами SD-карт.

В работе рассматривается возможность замены PATA-диска на аппаратный эмулятор (переходник), использующий носители данных на флэш-памяти. Эмуляторы обеспечивают простое подключение современных USB-носителей, NAND памяти и различных карт памяти. Носитель на базе твердотельной флэш-памяти практически не подвержен воздействию магнитных полей, пыли, вибрации, температуры и других вредных факторов. Аппаратные эмуляторы поддерживают новый функционал, например одновременное хранение на одном накопителе множество образов дисков, что устраняет необходимость в хранении большого количества различных дисков.

Эмулятор, в первую очередь, ориентирован на промышленное применение, обеспечивая повышенную надежность эксплуатации и хранения информации, и реализуется на микросхемах CPLD/FPGA [2].

Для написания программы контроллера диска выбран язык описания аппаратуры Verilog. Он независим от какой-либо платформы и ее типа (CPLD/FPGA), что позволяет использовать его практически на любой платформе, а также воспроизводить результаты работы в симуляции/эмуляции.

Проверка программы осуществляется при помощи интерпретатора IcarusVerilog. Он позволяет смотреть все внутренние регистры будущего устройства, а также составлять временные диаграммы работы. На них можно убедиться, что алгоритмы обрабатывают в нужные моменты времени и предоставляют корректные значения.

Симулятор Verilator был выбран из-за его простоты в конфигурации и подключению к существующему коду. Он преобразует код на Verilog в код на C++, который на выходе упаковывается в обычную библиотеку.

В связке с симулятором используется эмулятор PCem, т.к. он имеет простой интерфейс для получения и отправки данных через порты ввода/вывода, большой выбор BIOS разных производителей, что позволяет проверить модель с различными реализациями управления жесткими дисками.

Структура контроллера диска состоит из автомата для работы с шиной, автомата для обработки команд, таймера и «поставщика» данных. Последний компонент может быть представлен любым носителем данных или связкой носителя данных и кэширующего устройства.

Для проверки функционала было использовано несколько типов тестирования:

- автоматическое;
- проверка шины, внутренних регистров, команд;
- проверка тактов на временной диаграмме;
- ручное на эмуляторе;
- ручное на реальном компьютере.

В настоящее время реализован первый прототип на базе CPLD Altera MAXII, который подтвердил работоспособность операций ввода/вывода, а также получения данных из первого сектора накопителя.

1. Как обеспечить работу устаревших систем // itWeek. – URL: <https://www.itweek.ru/infrastructure/article/detail.php?ID=204540>. – Дата публикации: 03.12.2018.

2. Using FPGAs to avoid microprocessor obsolescence [Электронный ресурс] // EDN. – URL: <https://www.edn.com/design/programmable-logic/4015159/Using-FPGAs-to-avoid-microprocessor-obsolescence>. – Дата публикации: 05.03.2008.

## ЛИНЕАРИЗАЦИЯ ВЗАИМОЗАВИСИМОЙ СИСТЕМЫ НЕЛИНЕЙНЫХ РЕГРЕССИЙ

*А.А. Котенко, Д.М. Саидов*

*А.П. Котенко, научный руководитель, канд. физ.-мат. наук, доцент  
Самарский государственный технический университет  
г. Самара*

Системы регрессий являются удобным инструментом изучения многокритериальных задач управления в стохастической постановке.

Рассмотрим задачу линейаризации системы 6 взаимозависимых регрессий 6 центрированных эндогенных переменных  $y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, y_6$  на 2 центрированные экзогенные переменные  $x_1, x_2$  при квадратичной зависимости каждой эндогенной переменной от регрессоров и линейной зависимости от остальных эндогенных переменных:

$$\left\{ \begin{array}{l} \hat{y}_1 = a_2^{(1)} \hat{y}_2 + a_3^{(1)} \hat{y}_3 + a_4^{(1)} \hat{y}_4 + a_5^{(1)} \hat{y}_5 + a_6^{(1)} \hat{y}_6 + \sum_{(i,j) \in M} b_{ij}^{(1)} x_1^i x_2^j, \\ \hat{y}_2 = a_1^{(2)} \hat{y}_1 + a_3^{(2)} \hat{y}_3 + a_4^{(2)} \hat{y}_4 + a_5^{(2)} \hat{y}_5 + a_6^{(2)} \hat{y}_6 + \sum_{(i,j) \in M} b_{ij}^{(2)} x_1^i x_2^j, \\ \hat{y}_3 = a_1^{(3)} \hat{y}_1 + a_2^{(3)} \hat{y}_2 + a_4^{(3)} \hat{y}_4 + a_5^{(3)} \hat{y}_5 + a_6^{(3)} \hat{y}_6 + \sum_{(i,j) \in M} b_{ij}^{(3)} x_1^i x_2^j, \\ \hat{y}_4 = a_1^{(4)} \hat{y}_1 + a_2^{(4)} \hat{y}_2 + a_3^{(4)} \hat{y}_3 + a_5^{(4)} \hat{y}_5 + a_6^{(4)} \hat{y}_6 + \sum_{(i,j) \in M} b_{ij}^{(4)} x_1^i x_2^j, \\ \hat{y}_5 = a_1^{(5)} \hat{y}_1 + a_2^{(5)} \hat{y}_2 + a_3^{(5)} \hat{y}_3 + a_4^{(5)} \hat{y}_4 + a_6^{(5)} \hat{y}_6 + \sum_{(i,j) \in M} b_{ij}^{(5)} x_1^i x_2^j, \\ \hat{y}_6 = a_1^{(6)} \hat{y}_1 + a_2^{(6)} \hat{y}_2 + a_3^{(6)} \hat{y}_3 + a_4^{(6)} \hat{y}_4 + a_5^{(6)} \hat{y}_5 + \sum_{(i,j) \in M} b_{ij}^{(6)} x_1^i x_2^j. \end{array} \right. \quad (1)$$

Уточним, что суммирование в уравнениях системы (1) проводится по следующему множеству  $M$  индексов (1,0), (2,0), (0,1), (0,2), (1,1). При достаточности ряда наблюдений и слабой корреляции степеней наблюдений регрессоров  $x_1, x_1^2, x_2, x_2^2, x_1 x_2$  косвенным методом наименьших квадратов получим состоятельные выборочные оценки коэффициентов системы (1) [1, 2].

Для этого методом наименьших квадратов найдём однозначные регрессионные представления каждой эндогенной переменной в отдельности

$$\hat{y}_k = \sum_{(i,j) \in M} \hat{c}_{ij}^{(k)} x_1^i x_2^j, k=1,2,3,4,5,6; \quad (2)$$

подставим регрессионные значения (2) в каждое уравнение системы (1) и приравняем коэффициенты при регрессорах  $x_1, x_1^2, x_2, x_2^2, x_1 x_2$ . Получим 6 независимых алгебраических систем (каждая для своего набора 10 неизвестных и своего набора 15 заданных разложениями (2) параметров  $\hat{c}_{ij}^{(k)}$ ) по 5 линейных уравнений относительно 10 неизвестных коэффициентов  $a_j^{(i)}, b_{ij}^{(k)}$  системы (1):

$$(1.1): \begin{cases} x_1: \hat{c}_{10}^{(2)} a_2^{(1)} + \hat{c}_{10}^{(3)} a_3^{(1)} + \hat{c}_{10}^{(4)} a_4^{(1)} + \hat{c}_{10}^{(5)} a_5^{(1)} + \hat{c}_{10}^{(6)} a_6^{(1)} + b_{10}^{(1)} = \hat{c}_{10}^{(1)}, \\ x_2: \hat{c}_{01}^{(2)} a_2^{(1)} + \hat{c}_{01}^{(3)} a_3^{(1)} + \hat{c}_{01}^{(4)} a_4^{(1)} + \hat{c}_{01}^{(5)} a_5^{(1)} + \hat{c}_{01}^{(6)} a_6^{(1)} + b_{01}^{(1)} = \hat{c}_{01}^{(1)}, \\ x_1 x_2: \hat{c}_{11}^{(2)} a_2^{(1)} + \hat{c}_{11}^{(3)} a_3^{(1)} + \hat{c}_{11}^{(4)} a_4^{(1)} + \hat{c}_{11}^{(5)} a_5^{(1)} + \hat{c}_{11}^{(6)} a_6^{(1)} + b_{11}^{(1)} = \hat{c}_{11}^{(1)}, \\ x_1^2: \hat{c}_{20}^{(2)} a_2^{(1)} + \hat{c}_{20}^{(3)} a_3^{(1)} + \hat{c}_{20}^{(4)} a_4^{(1)} + \hat{c}_{20}^{(5)} a_5^{(1)} + \hat{c}_{20}^{(6)} a_6^{(1)} + b_{20}^{(1)} = \hat{c}_{20}^{(1)}, \\ x_2^2: \hat{c}_{02}^{(2)} a_2^{(1)} + \hat{c}_{02}^{(3)} a_3^{(1)} + \hat{c}_{02}^{(4)} a_4^{(1)} + \hat{c}_{02}^{(5)} a_5^{(1)} + \hat{c}_{02}^{(6)} a_6^{(1)} + b_{02}^{(1)} = \hat{c}_{02}^{(1)}, \end{cases} (3.1)$$

$$(1.6): \begin{cases} x_1: \hat{c}_{10}^{(1)} a_1^{(6)} + \hat{c}_{10}^{(2)} a_2^{(6)} + \hat{c}_{10}^{(3)} a_3^{(6)} + \hat{c}_{10}^{(4)} a_4^{(6)} + \hat{c}_{10}^{(5)} a_5^{(6)} + b_{10}^{(6)} = \hat{c}_{10}^{(6)}, \\ x_2: \hat{c}_{01}^{(1)} a_1^{(6)} + \hat{c}_{01}^{(2)} a_2^{(6)} + \hat{c}_{01}^{(3)} a_3^{(6)} + \hat{c}_{01}^{(4)} a_4^{(6)} + \hat{c}_{01}^{(5)} a_5^{(6)} + b_{01}^{(6)} = \hat{c}_{01}^{(6)}, \\ x_1 x_2: \hat{c}_{11}^{(1)} a_1^{(6)} + \hat{c}_{11}^{(2)} a_2^{(6)} + \hat{c}_{11}^{(3)} a_3^{(6)} + \hat{c}_{11}^{(4)} a_4^{(6)} + \hat{c}_{11}^{(5)} a_5^{(6)} + b_{11}^{(6)} = \hat{c}_{11}^{(6)}, \\ x_1^2: \hat{c}_{20}^{(1)} a_1^{(6)} + \hat{c}_{20}^{(2)} a_2^{(6)} + \hat{c}_{20}^{(3)} a_3^{(6)} + \hat{c}_{20}^{(4)} a_4^{(6)} + \hat{c}_{20}^{(5)} a_5^{(6)} + b_{20}^{(6)} = \hat{c}_{20}^{(6)}, \\ x_2^2: \hat{c}_{02}^{(1)} a_1^{(6)} + \hat{c}_{02}^{(2)} a_2^{(6)} + \hat{c}_{02}^{(3)} a_3^{(6)} + \hat{c}_{02}^{(4)} a_4^{(6)} + \hat{c}_{02}^{(5)} a_5^{(6)} + b_{02}^{(6)} = \hat{c}_{02}^{(6)}, \end{cases} (3.6)$$

Предположим линейную независимость векторов наблюдений эндогенных переменных и обнулیم все коэффициенты  $b_{ij}^{(k)}$ , превращая 6 неопределённых систем (3.1)–(3.6) в определённые системы 5 линейных уравнений с 5 неизвестными  $\hat{a}_n^{(k)}$ , в роли которых выступают несмещённые эффективные состоятельные выборочные оценки коэффициентов  $a_n^{(k)}$  системы (1). Тем самым будут однозначно идентифицированы коэффициенты системы 6 линейных регрессий, связывающей все эндогенные переменные детерминированными связями:

$$\begin{cases} \hat{y}_1 = \hat{a}_2^{(1)} \hat{y}_2 + \hat{a}_2^{(1)} \hat{y}_3 + \hat{a}_2^{(1)} \hat{y}_4 + \hat{a}_2^{(1)} \hat{y}_5 + \hat{a}_2^{(1)} \hat{y}_6, \\ \hat{y}_2 = \hat{a}_2^{(2)} \hat{y}_1 + \hat{a}_2^{(2)} \hat{y}_3 + \hat{a}_2^{(2)} \hat{y}_4 + \hat{a}_2^{(2)} \hat{y}_5 + \hat{a}_2^{(2)} \hat{y}_6, \\ \hat{y}_3 = \hat{a}_2^{(3)} \hat{y}_1 + \hat{a}_2^{(3)} \hat{y}_2 + \hat{a}_2^{(3)} \hat{y}_4 + \hat{a}_2^{(3)} \hat{y}_5 + \hat{a}_2^{(3)} \hat{y}_6, \\ \hat{y}_4 = \hat{a}_2^{(4)} \hat{y}_1 + \hat{a}_2^{(4)} \hat{y}_2 + \hat{a}_2^{(4)} \hat{y}_3 + \hat{a}_2^{(4)} \hat{y}_5 + \hat{a}_2^{(4)} \hat{y}_6, \\ \hat{y}_5 = \hat{a}_2^{(5)} \hat{y}_1 + \hat{a}_2^{(5)} \hat{y}_2 + \hat{a}_2^{(5)} \hat{y}_3 + \hat{a}_2^{(5)} \hat{y}_4 + \hat{a}_2^{(5)} \hat{y}_6, \\ \hat{y}_6 = \hat{a}_2^{(6)} \hat{y}_1 + \hat{a}_2^{(6)} \hat{y}_2 + \hat{a}_2^{(6)} \hat{y}_3 + \hat{a}_2^{(6)} \hat{y}_4 + \hat{a}_2^{(6)} \hat{y}_5. \end{cases} \quad (4)$$

Полученные системы (1), (4) и подобные им служат проверке сочетаемости наблюдений эндогенных переменных, представляющих стохастические значения конкурирующих критериев качества управления, нелинейно зависящих от управляющих (экзогенных) факторов.

Линеаризация системы регрессий (1) одновременно с исключением нелинейных зависимостей от экзогенных регрессоров позволяет провести анализ сочетаемости целевых значений критериев оптимизации. Линейность и детерминированность системы (4) даёт инструмент согласованного выбора вектора многокритериальной оптимизации, особенно в случае противоположной направленности учёта противоречивых критериев.

1. Котенко, А. П. Геометрия систем линейных регрессионных уравнений / А. П. Котенко, М. Б. Букаренко // Известия Самарского научного центра РАН. – 2013. – т. 3, № 6 (3). – С. 820–823.

2. Котенко, А. П. Особенности применения косвенного метода наименьших квадратов к системе независимых эконометрических уравнений / А. П. Котенко // Друкеровский вестник. – 2017. – № 3. – С. 96–102.

## МЕХАНИЗМ РАСПАРАЛЛЕЛИВАНИЯ КОДА НА ЯЗЫКЕ PYTHON

*М.С. Кузнецов*

*И.А. Андрианов, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Основной проблемой организации полноценного параллелизма в языке Python является то, что применяемый для управления потоками механизм *GIL* (*Global Interpreter Lock*) использует самый простой способ для избегания конфликтов при одновременном обращении разных потоков к одним и тем же участкам памяти. Потоки не работают по-настоящему параллельно (даже при наличии нескольких процессорных ядер), а на самом деле исполняются последовательно, периодически переключаясь с одного на другой, что создаёт лишь иллюзию параллелизма.

Одним из основных подходов к реализации полноценного распараллеливания на языке Python является использование процессов. Для создания процессов применяется стандартная библиотека *multiprocessing*. При этом основной исполняемый код порождает процессы с копиями интерпретатора и своим собственным *GIL*. Такой способ существенно менее эффективен по памяти (по сравнению с потоками), но, по крайней мере, при этом ядра процессора задействуются полностью.

Одна из задач, решаемых в рамках данной работы, заключается в разработке программных компонентов, реализующих разумный компромисс между использованием памяти и процессорного времени. Для этого планируется использовать набор заранее подготовленных стратегий распараллеливания: потоки, процессы, так называемые «зеленые потоки» и некоторые дополнительные варианты (которые ещё будут уточняться).

Ещё одной важной задачей, которую будет решать разработанное программное обеспечение, является удалённое исполнение кода. Для решения этой задачи планируется использовать механизм сериализации функций. Примечание: под термином «сериализация» понимается преобразование и сохранение объекта (или дерева объектов) в определённый формат с тем, чтобы потом этот объект можно было однозначно восстановить (в том числе на удалённых машинах). Существенно упрощает задачу тот факт, что в языке Python функции являются объектами.

Разработанное ПО будет включать, как минимум, два следующих компонента: *Executor* и *Configurator*. Компонент *Executor* будет отвечать за исполнение программного кода пользователя на локальном или удалённом компьютере, компонент *Configurator* – за настройки параметров передачи и выбор стратегии распараллеливания. Под стратегиями распараллеливания я понимаю выбор способа параллельного запуска (потоки, процессы и прочее). Также возможность исполнять на других *Executor*'ax некоторые вложенные вызовы функций, идущие вместе с основной функцией.

Для удобства использования моей библиотеки и ускорения процесса внедрения я применил паттерн «декоратор». Декоратор – это структурный паттерн проектирования, который позволяет динамически добавлять объектам новую функциональность, оборачивая их в полезные «обёртки». В моем случае полезная «обертка» – это упаковка самой функции с ее данными и отправка на исполнение.

Одним из наиболее важных моментов в разработке является применение Docker-контейнеров для компонента *Executor*. Технология *Docker* представляет собой систему управления контейнерами, которые представляют собой легковесные механизмы виртуализации в пользовательском пространстве. С помощью технологии *Docker* можно «упаковать» приложение или веб-сайт со всем его окружением и зависимостями в контейнер, которым в дальнейшем можно легко и просто управлять: переносить на другой сервер, масштабировать, обновлять. Ещё одним плюсом является однородность среды, что позволит упростить установку дополнительных зависимостей для компонентов *Executor*.

Данное решение позволит создать микросервисную архитектуру и тем самым упростить задачи развертывания и доставки. Также использование технологии *Docker* позволит объединять компоненты *Executor* в кластер, размер

которого может неограниченно (теоретически) наращиваться в случае необходимости увеличения вычислительной мощности.

Также стоит отметить, что в созданном программном обеспечении будут содержаться подсистемы, связанные с балансировкой нагрузки и мемоизацией данных (сохранением промежуточных результатов во избежание повторных вычислений).

В идеале, полученная разработка должна быть достаточно универсальной, в том числе она сможет использоваться в следующих областях:

- Data Science (многопоточная и распределенная обработка данных).
- Глубокое и машинное обучение, в частности обучение нейронных сетей, используемых в системах поддержки принятия решений [1].
- Распределенный сбор информации с различных web-сайтов.
- Распределённая проверка решений в дистанционном практикуме по программированию [2] и др.

1. Швецов, А. Н. Ситуационные интеллектуальные системы поддержки принятия решений: монография / А. Н. Швецов, А. А. Суконщиков, А. А. Кочкин, И. А. Андрианов – Курск : Университетская книга, 2018. – 251 с.

2. Андрианов, И. А. Комплекс электронных ресурсов для поддержки учебного процесса на выпускающей кафедре / И. А. Андрианов, С. Ю. Ржеуцкая, Н. А. Сердюков // Образовательная среда сегодня и завтра: материалы V Всероссийской научно-практической конференции. – Москва : Московский государственный индустриальный университет, 2008. – С. 22–26.

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ПНЕВМОНИИ НА ОСНОВЕ РЕНТГЕНОВСКИХ СНИМКОВ**

*А.Е. Кузьминых*

*С.Ю. Ржеуцкая, научный руководитель, канд. техн. наук*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Современная медицина сейчас всё чаще использует информационные технологии для диагностики и лечения различных заболеваний.

Согласно статистике, каждый год в России с диагнозом «пневмония» госпитализируют около 500 тысяч человек, причем около 20 тысяч из них умирает от этой болезни.

Распознать пневмонию на рентгеновских снимках довольно сложно, поскольку поражения легких часто имеют смутные очертания, иногда очень похожие на другие заболевания. Поэтому рентгенолог должен иметь высокую квалификацию, чтобы диагностировать пневмонию. По нынешним нормативам проведение и описание одного исследования рентгенологом может зани-

мать до 90 минут и более. Из-за большого потока пациентов у врачей нет времени и возможности разделить данный поток по приоритету. Одной из самых распространённых ошибок, которая может возникать при диагностике на основе анализа рентгеновских снимков, является ошибка «удовлетворения поиска»: обнаружив один след проявления заболевания на снимке, радиолог может не заметить остальные. Отсутствие возможности контроля качества посредством технологии и аудита является основной проблемой современной радиологии. Поэтому методы машинного обучения и автоматизация процесса проведения исследований помогут быстро и эффективно анализировать медицинские изображения.

Объект исследования: процесс определения пневмонии легких по рентгеновским снимкам.

Предмет исследования: автоматическое определение пневмонии легких путем классификации.

Цель проекта: исследование и разработка программного обеспечения для распознавания пневмонии легких на основе рентгеновских снимков для повышения достоверности поставленного диагноза.

Разрабатываемая система включает в себя:

1. Приложение для рентгенолога с необходимыми базовыми функциями для ведения учета пациентов и исследований.

2. Обученную CNN (сверточная нейронная сеть), которая будет определять пневмонию пациентов по рентгеновскому снимку, загруженному рентгенологом.

Инструменты и технологии:

Anaconda – является открытым исходным кодом распространения Python и R языков программирования для науки данных и машинного обучения [2].

Spyder – это кроссплатформенная среда IDE с открытым исходным кодом для научного программирования на языке Python [2].

Tensorflow – это библиотека программного обеспечения с открытым исходным кодом [2].

Keras – это библиотека нейронных сетей с открытым исходным кодом, написанная на Python.

Алгоритм CNN – сверточная нейронная сеть, класс глубоких, передающих искусственных нейронных сетей, наиболее часто применяемых для анализа визуальных изображений [1].

Весь алгоритм распознавания разбивается на два отдельно выполняемых процесса.

Первый процесс: предварительное обучение нейронной сети. Данные для обучения будут взяты с сайта kaggle, где предоставлено более 5 тысяч рентгеновских снимков, подразделяемых на снимки патологий с выставленным диагнозом и здоровые легкие.

Второй процесс: распознавание пневмонии, предварительно можно разделить на следующие этапы:

1. Усиление контрастности снимка (необязательный этап).
2. Фильтрация костной ткани.
3. Распознавание с помощью предварительно обученной сверточной нейронной сети.

На данном этапе работы весь массив рентгеновских снимков был разделён на обучающие и тестовые снимки. Создана сверточная нейронная сеть и проведено её тестовое обучение, а также проверена работоспособность. Этапы созданная сверточной нейронной сети:

1 этап – Свертка. Матрица, содержащая веса, «исследует» исходное изображение путём выделения подматрицы своего размера и выделения определённых признаков.

2 этап – Структура CNN. Прохождение выхода операции свертки через нелинейную активационную функцию.

3 и 4 этапы – Объединение и полное соединение – это подключение данной разрабатываемой сверточной сети к нейронной сети, а затем компиляция этой сети.

Таким образом, разработка алгоритма с использованием CNN для распознавания пневмонии легких на основе рентгеновских снимков позволит уменьшить влияние человеческого фактора при диагностике пневмонии, а вместе с ним и величину возникающей ошибки.

1. An Intuitive Explanation of Convolutional Neural Networks: [Электронный ресурс]. URL: <https://ujjwalkarn.me/2016/08/11/intuitive-explanation-convnets/>

2. Medium: [Электронный ресурс]. URL: <https://medium.com/nybles/create-your-first-image-recognition-classifier-using-cnn-keras-and-tensorflow-backend-6eaab98d14dd>

## **ПОИСК ТРАЕКТОРИИ РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА В РОБОТИЗИРОВАННОЙ ЯЧЕЙКЕ**

*Л.А. Лоборева*

*М.М. Кожевников, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Могилевский государственный университет продовольствия  
г. Могилев

Задачей исследования является разработка модифицированных алгоритмов управления сборочно-сварочными роботами-манипуляторами, повышающих качество соответствующих технологических операций. Важным этапом при этом является поиск и формирование оптимальной траектории движения робота. Типовые методы формирования траектории не учитывают

технологических требований, предъявляемых к операциям дуговой и контактной сварки, что приводит к ухудшению качества сварочных швов, поэтому разработка улучшенных алгоритмов является актуальной научно-производственной задачей.

Для поиска траектории применялся нейросетевой метод. Конфигурационное пространство робота представлено дискретной моделью из  $N^n$  векторов

$$DC = \{q_a | a = 1 \dots N^n\},$$

где  $q_a = [q_{xj}]^T$  – дискретная конфигурация робота ( $x_j \in \{1, \dots, N\}$ );  
 $a$  – одномерный индекс:

$$a = N^{n-1}x_1 + N^{n-2}x_2 + \dots + x_n - 3,$$

$$q_a \in DC_f, q_b \in DC_f.$$

Нейронная сеть из  $N^n$  нейронов покрывает  $n$ -мерное конфигурационное пространство робота. Параметр дискретизации  $N$  заранее не задается, а подбирается по размерам и форме препятствий в рабочей зоне робота. Каждой дискретной конфигурации робота  $q_a$  соответствует нейрон с индексом  $a$ , соединенный с  $d$  соседними нейронами с рассчитываемыми индексами  $b_k, k=1 \dots d$ .

На входе каждого нейрона  $a$  управляющий сигнал  $V_a$  равен:

$$V_a = -1, \text{ если } q_a \notin DC_f \text{ or } q_a = [q_{1j}]^T (j=1:n) \text{ or } q_a = [q_{Nj}]^T (j=1:n) \text{ or } ,$$

$$\alpha \notin [\alpha^- \alpha^+], \beta \notin [\beta^- \beta^+], \gamma \notin [\gamma^- \gamma^+],$$

где технологические ограничения на углы ориентации сварочной горелки в точке сварного шва: наклона плоскости движения электрода  $\alpha = \pm 10^\circ$ , наклона электрода к линии шва  $\beta = \pm 10^\circ$ ; ориентации сварочного инструмента  $\gamma = \pm 180^\circ$ ;

$V_a = 1$ , при достижении целевой точки траектории;  
 иначе  $V_a = 0$ .

В потенциальном поле робота потенциалы, эквивалентные конфигурации  $q_a$ , вычисляются по формуле

$$\varphi_a^{l+1} = f_a \left( \sum_{k+1}^D T_{ab_k} \varphi_{b_k}^l + V_a \right),$$

где  $l$  – номер итерации,  $D = 6$  для внутренних узлов сетки, налагаемой на пространство конфигураций манипулятора, и  $D \in \{3,4,5\}$  для узлов, лежащих на границе сетки;

$T_{ab_k}$  – весовые коэффициенты, равные:  $T_{ab_k} = 1/3n$ , если траектория между конфигурациями  $q_a$  и  $q_{b_k}$  прямолинейна, иначе  $T_{ab_k} = 0$ . Оставшиеся весовые коэффициенты  $a$ -ой строки матрицы  $T$  нулевые.

Последовательность движений робота определяется при перемещении от начальной точки с потенциалом  $\varphi_{s1}$  до целевой точки с потенциалом  $\varphi_{sg}$  в на-

правления градиента унимодального потенциального поля согласно критерию качества. Траектория манипулятора для движения из одной заданной точки рабочего пространства в другую обеспечивает обход препятствий, но формируется с учетом технологических требований к углам сварки и механических ограничений робота.

Так как промышленные роботизированные ячейки комплектуются по типу «робот-робот» или «робот-позиционер», то при формировании траектории необходимо учитывать их взаимодействие и движения относительно друг друга.

Если рабочие траектории роботов не пересекаются, то они генерируются по указанному ранее принципу независимо друг от друга.

Если один робот совершает движения относительно обрабатываемой заготовки и другой робот или позиционер должен учитывать его движения, то управление осуществляется по приоритету «ведущий-ведомый». Траектория ведущего определяется по указанному ранее принципу. Траектория ведомого пересчитывается согласно выражению

$$Q_{s_{sb}}(t) = Q_{s_{sb}}(0) \cdot (Q_{m_{mb}}(0))^{-1} \cdot Q_{m_{mb}}(t),$$

где  $Q_{s_{sb}}(t)$ ,  $Q_{s_{sb}}(0)$  – координаты траектории ведомого робота в базовой системе и его положение в момент синхронизации движений ведущего и ведомого соответственно;  $Q_{m_{mb}}(t)$ ,  $Q_{m_{mb}}(0)$  – координаты траектории ведущего в базовой системе и его положение в момент синхронизации.

Координаты сварочной горелки или схвата ведомого робота в базовой системе координат ведущего

$$Q_{s_{mb}}(t) = H_{s_{bmb}}(t) \cdot Q_{s_{sb}}(t),$$

где  $H_{s_{bmb}}(t)$  – матрица преобразования из подчиненной базовой системы ведомого к базовой системе ведущего робота.

Работоспособность предложенной методики планирования траекторий оценивалась при компьютерном моделировании роботизированной ячейки.

## ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ УЛИЧНЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ

**Я.А. Лучников**

**А.М. Водовозов**, научный руководитель, канд. техн. наук, профессор  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Создание удобной световой среды для работы, отдыха и перемещения человека, а также умение эффективно использовать оптическое излучение в технологиях при рациональном расходовании электроэнергии – одна из основных задач в современной светотехнике.

По статистическим данным в России ежегодно расходуется около 7 миллиардов кВт/ч электроэнергии на освещение улиц, что эквивалентно 16 миллиардам рублей. Для выработок такого количества электроэнергии используются различные станции, которые, в свою очередь, выбрасывают в атмосферу тонны различных веществ. Одним из способов снижения потребляемой энергии является умное уличное освещение, концепция создания которого предполагает использование специализированных фонарей, управляемых цифровой аппаратной платформой [1].

Такая система состоит из: интеллектуальных LED-ламп (с возможностью динамического изменения светового потока), имеющих блок управления, сети передачи данных, связывающей городские фонари между собой, программного обеспечения, позволяющего проводить мониторинг и управлять освещением.

На рисунке 1 представлены различные варианты IoT-технологий (internet of things), используемых для передачи данных на различные расстояния.

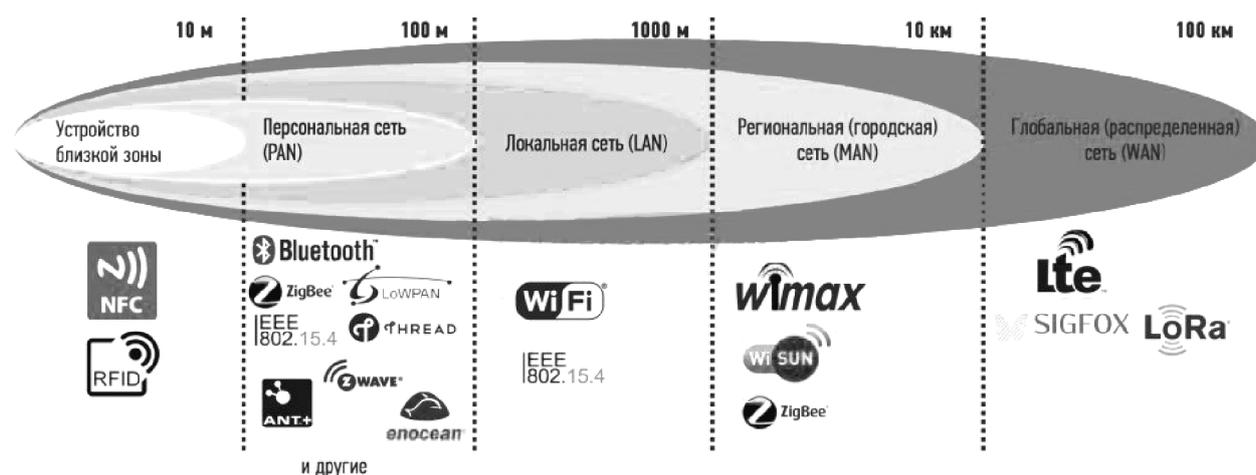


Рис. 1. Iot-технологии

При расстоянии между столбами менее 100 метров, что характерно для систем уличного освещения, выбираем технологию ZigBee. Только она, среди прочих, имеет ячеистую структуру и самоорганизацию, что обеспечивает простоту развертывания и масштабируемость сети. В данной системе каждый светильник может выступать в роли роутера. Тогда даже самые дальние эле-

менты сети смогут передавать данные на точку координатор, который будет установлен в трансформаторной подстанции, чтобы обеспечить защиту от влаги и вандалов.

Умный светильник, устанавливаемый на каждой опоре, включает в себя: регулирующую LED-лампу, микроконтроллер, датчики освещенности и движения, счетчик электроэнергии с интерфейсом RS-485 [2].

Один из вариантов сети представлен на рисунке 2.

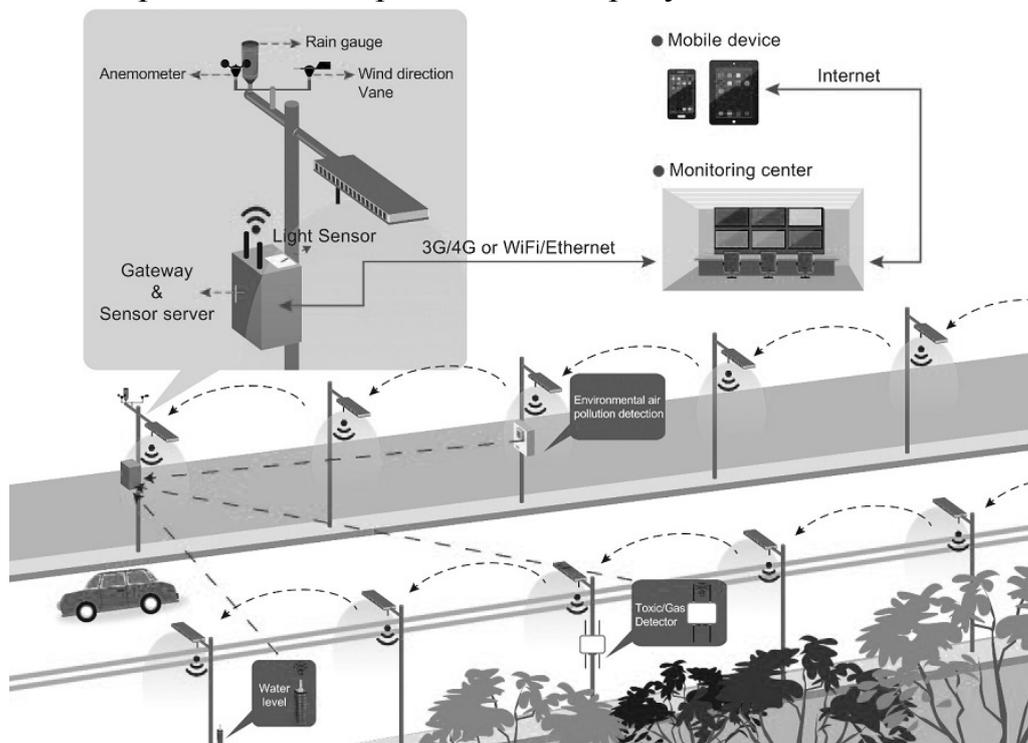


Рис. 2. Размещение умного освещения на опорах

Каждый светильник будет включаться в зависимости от графика работы, заданного заранее, а также по сигналам с датчика освещенности. В ночное время для экономии энергии будет снижаться уровень освещенности, но не выключаться полностью. При попадании человека в радиус датчика движения, благодаря связи светильников будут включены соседние светильники от того, в поле зрения которого попал человек.

Для мониторинга и администрирования сети на узел координатора от каждого узла будут поступать данные: координаты, состояние, потребление энергии, которые можно будет просмотреть через интернет с помощью специального приложения.

1. Бурцев, А. В. Адаптивная система управления уличным освещением / А. В. Бурцев, А. М. Водовозов // Автоматизация и энергосбережение машиностроительного и металлургического производств, технология и надежность машин, приборов и оборудования материалы XI Международной научно-технической конференции. 2016. – С. 42–47.

2. Сергиевский, М. Беспроводные сенсорные сети [текст] / М. Сергиевский – М. Сергиевский // КомпьютерПресс. – 2007. – № 8. – С. 4–10.

## МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛЕСОПИЛЬНОЙ ЛИНИИ

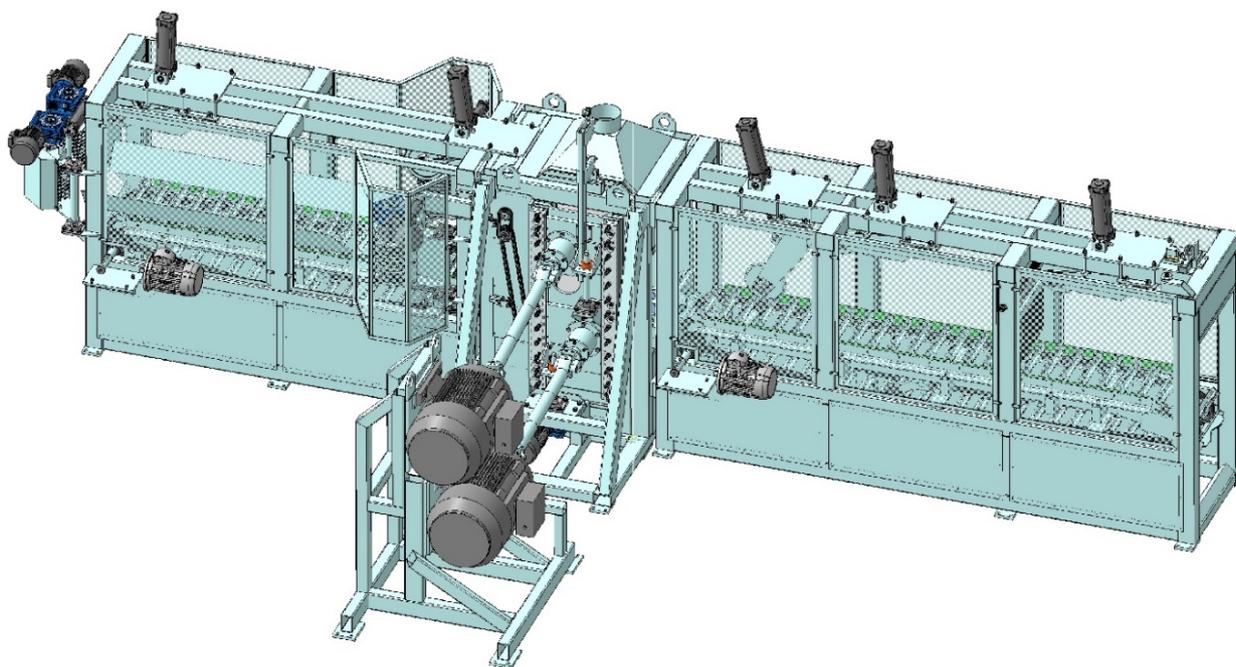
*А.Ю. Медведев*

*А.М. Водовозов, научный руководитель, канд. техн. наук, профессор  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Для крупного деревообрабатывающего производства приобретение отдельных единиц оборудования без механизации малоэффективно и нерентабельно. Целесообразным решением является выбор в пользу комплексного решения – линии лесопиления.

Досконально продуманные и усовершенствованные уже на этапе проектирования, данные виды оборудования обеспечивают: высокую эффективность и производительность работы лесопильного цеха, качественную распиловку кругляка вне зависимости от его особенностей и характеристик, сокращение объема отходов и производственного брака, снижение себестоимости производственного процесса.

На рисунке показано околостаночное оборудование лесопильной линии и брусовального станка PROSAW, для которого разрабатывается система автоматизации [1].



*Рис. Брусовальный станок PROSAW 460*

В первую очередь, в системе кардинально изменены схемы управления электроприводами механизации и брусовальным станком. Релейно-

контакторная схема заменяется программируемым логическим контроллером. Большое количество механических кнопок заменено на графические панели. Устройства плавного пуска мощных электродвигателей «звезда-треугольник» заменены на современные устройства плавного пуска.

Во избежание неравномерной нагрузки на электроприводы дисковых пил, в системе предусмотрено автоматическое регулирование валов станка PROSAW. При попадании на цепной транспортер, находящийся перед пильным узлом, бревно касается пластинки концевого выключателя и в этот момент валы пильного узла автоматически поднимаются. Как только бревно перестает касаться концевого выключателя на входе, регулирование валов останавливается.

Для того чтобы не перегружать приводы пил, в систему вводится обратная связь по току, регулирующая скорость пиления относительно плотности древесины.

В систему внедрены необходимые для более безопасного технического процесса датчики, исключая все возможные аварийные ситуации.

При помощи программы реализован алгоритм блокировки запуска станка без включенной аспирации.

Сердцем системы управления служат программируемые логические контроллеры фирмы LS. Данные контроллеры не уступают в технических характеристиках таким ПЛК, как Siemens, и выбраны в связи со своей дешевизной [2].

Итоги модернизации системы управления:

- уменьшение аварийных ситуаций в техническом процессе;
- увеличение надежности системы управления;
- уменьшение затрат на электроэнергию;
- простота освоения управления оборудованием.

1. Официальный сайт НПФ «Техпромсервис» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://stanki35.ru/>

2. Водовозов, А. М. Микроконтроллеры для систем автоматики. Учебное пособие / А. М. Водовозов. – Вологда : ВоГУ, 2015. – 164 с.

## ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА «ТУРИСТИЧЕСКАЯ ТРОПА»

*Д.А. Миронова*

*Г.А. Сазонова, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Индустрия туризма велика и многогранна. Имеет место привлечение информационных технологий, которые определяют будущее развития туризма [1]. Количество туристических организаций растет с каждым днем. Программы управления туристическими организациями имеют высокую значимость, они упрощают и ускоряют процесс работы организации.

Целью работы является разработка информационной системы «Туристическая тропа».

Система разрабатывается для организации «Центр дополнительного образования детей Вологодской области». Одно из направлений деятельности организации – учет туристических маршрутов.

При изучении предметной области сделан обзор по видам туризма. Рассмотрены всевозможные классификации туризма. На основе анализа полученной информации разработана схема классификации туризма по различным признакам. Она содержит категории туризма и виды, входящие в данные категории. Проанализированы различные методы формирования этапов туристических маршрутов, выявлен порядок действий, которые необходимо выполнять на каждом этапе.

Разработана функциональная структура системы, представленная на рисунке.

Система состоит из трех блоков: блок маршрутов, блок менеджера и блок паспортизированных маршрутов. Блок маршрутов содержит возможные варианты выбора маршрута в системе. Выбор маршрута зависит от пожеланий туриста. Основной задачей блока менеджера является работа с информацией. Менеджер может вводить данные, редактировать их, удалять. Взаимодействуя с туристом, менеджер выбирает маршрут, необходимый туристу, и руководителя. По окончании маршрута менеджер его регистрирует. Блок паспортизированных маршрутов содержит в себе информацию о завершенных, зарегистрированных маршрутах. Маршрут включает в себя район проведения, сроки проведения, краткое описание маршрута, руководителя маршрута.

Для моделирования работы системы построена диаграмма вариантов использования, она отражает взаимодействие между действующими лицами и системами. Диаграмма содержит двух действующих лиц: турист и менеджер. Турист может осуществлять подачу заявки на маршрут, предоставлять данные о прохождении маршрута. Менеджер может выбирать вид туризма, определять

маршрут, вносить данные в базу, регистрировать маршрут, взаимодействовать с туристом. Для представления осуществления маршрута в соответствии с его этапами построена диаграмма последовательности. Она показывает действия, выполняемые участниками процесса в заданной последовательности.

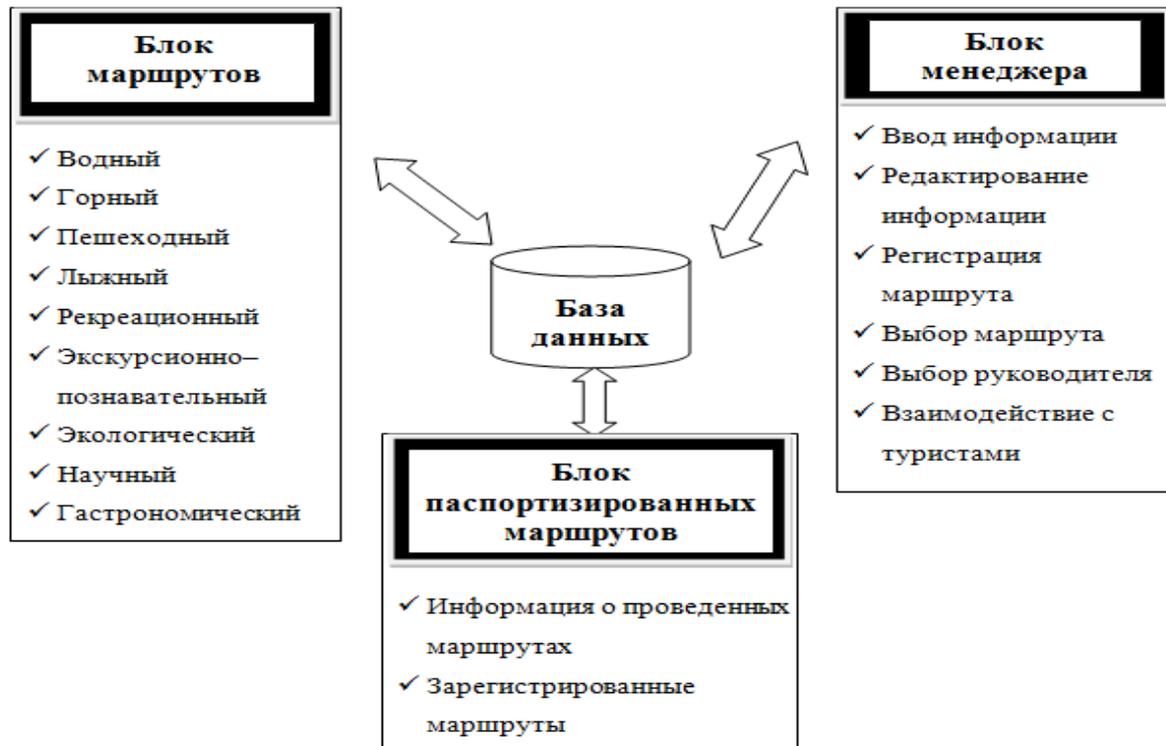


Рис. Функциональная структура системы

На главной форме системы расположены вкладки: «маршруты» – содержит перечень возможных туристических маршрутов (экскурсионный, горный, пешеходный, гастрономический, познавательный, экологический и другие), «руководители» – содержит данные о руководителях, «туристы» – содержит данные о туристах, «паспортизированные маршруты» – содержит перечень завершенных маршрутов. Данные на всех вкладках можно редактировать, добавлять и удалять. Анализ работы руководителей находится на отдельной форме «Работа руководителей». Можно отследить, в каком маршруте руководитель принимал участие и данные об этом маршруте. Используются различные фильтры для отбора нужной информации. Чтобы туристу было проще определиться с выбором маршрута, разработаны фотоальбомы по видам маршрутов, каждый из которых находится на отдельной форме. Визуальное восприятие позволит оценить выбранный маршрут.

При разработке программного обеспечения системы использовалась интегрированная среда разработки Visual Studio 2019.

Результатами внедрения такой системы будет частичная автоматизация рабочего процесса организации, ускорение обработки информации, упроще-

ние работы пользователя. С увеличением количества маршрутов база данных будет пополняться.

1. Сазонова, Г. А. Разработка Web-ресурса «Виртуальный тур по Ферапонтову монастырю» / Г. А. Сазонова // Новые направления и концепции в современной науке: сборник научных трудов по материалам V Международной научно-практической конференции. – Смоленск: МНИЦ «Наукосфера», 2019. – С. 36–39.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗГИБНОЙ ДЕФОРМАЦИИ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС ИЗ КОМПОЗИТА

*М.В. Москалева*

*В.В. Можаровский, научный руководитель, д-р техн. наук, профессор  
Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины  
г. Гомель*

Использование различных элементов конструкций из композитов в современной механике является очень актуальным. Зубчатая передача является одним из наиболее важных компонентов в механической системе передач. Для обеспечения сопротивляемости значительным механическим нагрузкам для зубчатых колес выбор материала является основополагающим.

Существуют различные численные методы, которые лежат в основе исследований изгибной деформации зубчатых колес из композита: метод конечных элементов (МКЭ), метод граничных уравнений (МГУ), метод разностных уравнений и т.д. В данной работе рассматриваются методы сопротивления материалов [1], на основе которых строится алгоритм для вычисления изгибных перемещений зубьев зубчатых колес [2].

Рассматривая зубчатое колесо, изготовленное из композита, модуль упругости Юнга представляется в следующем виде:

$$E_C = E_f V_f + E_m V_m,$$

где  $E_C$  – модуль упругости Юнга для зуба из композита,  $E_f$  – модуль Юнга армирующего волокна,  $E_m$  – модуль Юнга для матрицы (среды армирования),  $V_f$  – объемное содержание волокна в композите,  $V_m$  – объемное содержание материала матрицы в композите.

Для примера была просчитана изгибная деформация для трех выше описанных моделей по  $V_f$ . На рисунке представлен график зависимости изгибной

деформации для трех моделей зубьев (в виде клина, параболы и эвольвенты с галтелью) относительно объемного содержания волокна. Данные расчеты представлены при действии силы в вершине зуба.



*Рис. График перемещения (мм) изгиба зуба колеса относительно объемного содержания волокна*

Таким образом, разработанная методика позволяет рассчитать изгибную деформацию зубьев зубчатых колес с учетом свойств композиционного материала.

1. Можаровский, В. В. О влиянии формы зуба на изгибную деформацию зубьев эвольвентных цилиндрических зубчатых колес // Известия АН БССР, сер. физ.-техн. / В. В. Можаровский, В. Е. Старжинский. – 1974, № 4. – С. 118–123.

2. Можаровский, В. В. Расчет изгибных перемещений зубьев зубчатых колес из композитов / В. В. Можаровский, М. В. Москалева, Д. С. Кузьменков // Журнал «Проблемы физики, математики и техники». – 2019. – № 4 (41). – С. 59–64.

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

**Э.А. Мурзаков**

*А.М. Водовозов, научный руководитель, канд. техн. наук, профессор*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Уличное освещение является одной из самых актуальных проблем не только Вологодской области, но и большинства городов России. Недостаточное освещение может создать опасные ситуации водителям и пешеходам. Так, с декабря 2018 года на территории вологодской области стартовал проект «Светлые улицы Вологодчины». Он требует больших денежных вложений и активного взаимодействия жителей с властями. С технической точки зрения эту проблему может решить умное освещение. Данная система включает в себя не совокупность уличных фонарей, но сеть с мозговым центром, получающим и обрабатывающим полученные от узлов сети данные.

Интеллектуальная система освещения позволяет контролировать яркость и активность уличных ламп в зависимости от времени суток, погодных условий и активности движения. Также она предусматривает общий центр сбора статистики, куда будет посылаться информация о поломках, средняя посещаемость различных участков и т.д. Данная система уже полностью вытеснила традиционную модель в таких городах, как Москва, Владимир и др. Экономия бюджетных средств составила более 60 %.

В состав умной лампы входит множество датчиков и модулей. Основным из них является датчик присутствия (движения). Критерии выбора датчика:

- угол зоны обнаружения;
- чувствительность;
- длина зоны по горизонтали;
- фиксируемая скорость движения;
- напряжение питания;
- диапазон температур;

Типы датчиков движения:

– Инфракрасные датчики. К плюсам относится дешевизна и простота в управлении. К минусам – низкая надежность, невозможность работы в высоких температурах, небольшая дальность зоны обнаружения.

– Радиоволновые датчики. Они значительно дороже всех остальных датчиков, но в качестве плюсов можно выделить большую зону и угол обнаружения (более 20 м), они значительно чувствительнее и точнее.

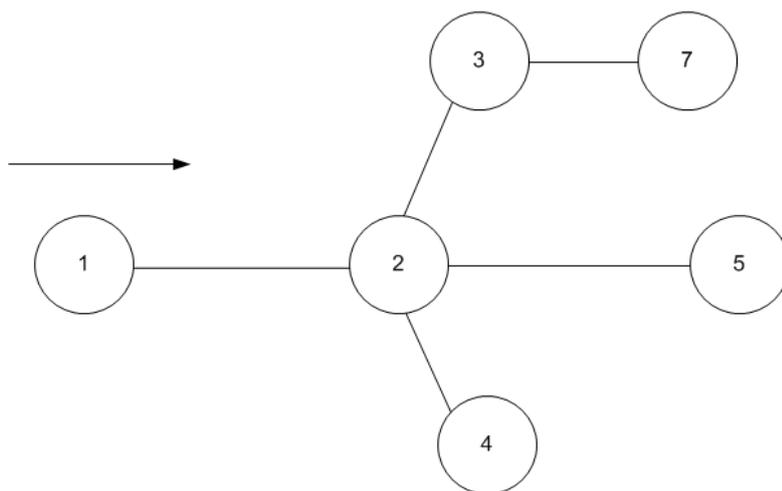
– Ультразвуковые. Проблема данных датчиков – срабатывание на любое движение.

Вторым и не менее важным компонентом является датчик освещенности.

Выбор датчика освещенности будет производиться по следующим критериям:

- Напряжение питания.
- Диапазон освещенности.
- Мощность нагрузки.
- Степень защиты.

Предлагается организовать лампы освещения в сеть (рис.).



*Рис. Логическая сеть организации ламп*

Узлами графа отмечены осветительные лампы на определенном участке. Пусть объект движется из пункта 1 в пункт 5. С помощью умных ламп будет рассчитана скорость перемещения объекта и примерный маршрут движения. Так, например, приближаясь к пункту 2, загорятся лампы 3, 4 и 5, по предварительному движению объекта.

Каждый фонарь (блок управления) будет иметь собственный IP-адрес, и оператор будет видеть каждый фонарь с его адресом и текущим состоянием на карте на мониторе компьютера.

Таким образом, данная система может сделать перемещение людей по городу в позднее время суток более комфортным, а также помочь сэкономить деньги властям.

1. Адаптивная система управления уличной светоцветовой средой. Андреев А. Н., Бурцев А. В., Водовозов А. М., Колесниченко Д. А. В сборнике: Автоматизация и энергосбережение машиностроительного и металлургического производств, технология и надежность машин, приборов и оборудования Материалы XII Международной научно-технической конференции. – 2017. – С. 23–26.

2. Адаптивная система управления уличным освещением. Бурцев А. В., Водовозов А. М. В сборнике: Автоматизация и энергосбережение машиностроительного и металлургического производств, технология и надежность машин, приборов и оборудования материалы XI Международной научно-технической конференции. – 2016. – С. 42–47.

## РАЗРАБОТКА ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА ДЛЯ КОМПАНИИ «ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ»

**С.В. Никулин**

*А.П. Сергушичева, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В современном обществе возрастает актуальность Интернет-программирования. Почти каждая компания или частное лицо поддерживает свой сайт, на котором предлагает свои услуги.

Компания «Инженерные системы» находится в селе Тарногском Городке. Она достаточно известна в своем регионе и имеет хороший спрос на рынке услуг. В числе предоставляемых услуг: установка окон ПВХ, дверей и отопительных систем, а также их продажа без оказания услуг компанией. Сейчас компания активно поддерживает отношения с такими партнерами, как «VALTEC», «Твердотопливные котлы TIS», «ТЕПЛОДАР» и другими. Однако отдаленность соседних районов в масштабе Вологодской области осложняет рекламирование услуг. Руководство «Инженерных систем» надеется с помощью сайта преодолеть «барьер» (расстояния) и продвинуть свои услуги в другие районы, тем самым увеличить клиентский список. Кроме того, появятся перспективы роста компании и открытия филиалов в отдаленных районах.

В числе требований, предъявляемых к сайту, – возможность поиска товаров как во всем ассортименте, так и в категориях товаров, хранение информации о выбранных объектах в «корзине покупок», отслеживание статистики наиболее часто заказываемых товаров и услуг. Сайт должен обладать удобными средствами навигации по сайту, иметь понятный пользовательский интерфейс. Наличие блока «Помощь» и возможность обратиться к боту-помощнику избавит клиента от затруднений или неясностей. Отдельный блок для расчета предварительной стоимости заказа позволит клиенту «прицениться» в случае выбора услуги с учетом выбранных им критериев. Благодаря авторизации случайный посетитель сайта может зарегистрироваться и стать клиентом компании с возможностью обратной связи непосредственно с сотрудником компании.

Появление сайта повлечет некоторые изменения в организационной структуре «Инженерных систем». Понадобится управляющий базами данными, который будет ответственен за регулярное обновление товаров и услуг на сайте (появление новых товаров и услуг, удаление переставших быть актуальными и обновление цен и характеристик предоставляемых товаров и услуг). Еще одним важным пользователем сайта будет продавец-консультант, который будет находиться в офисе компании и обслуживать и консультировать клиентов. Функциями этого пользователя являются предоставление скидок, регистрация клиентов, информирование клиентов о возможностях сайта и, наконец, обеспечение заинтересованности клиента в надобности ему товара или

услуги. Ответственность за сопровождение и безопасность предполагается возложить на администратора сайта.

Исходя из требований, определяем структуру Интернет-магазина. Она должна включать интерфейс пользователя, блоки авторизации, помощи, предварительных расчетов, обратной связи. Информацию о товарах и услугах будем хранить в базе данных.

Разработка проводится в редакторе исходного кода VisualStudioCode, разработанном Microsoft. Данный редактор был выбран исходя из его достоинств по сравнению с аналогами. Редактор имеет свой встроенный терминал и возможность подключать дополнения, необходимые при проектировании и отладке проекта.

Верстка сайта производится посредством создания React-приложения. ReactJS – это декларативная и гибкая библиотека JavaScript для создания пользовательских интерфейсов. React позволяет создавать крупные веб-приложения, которые могут работать с данными. Актуальность использования React подтверждает то, что при его использовании созданы такие крупные приложения, как Instagram, Facebook и так далее. Вместе с ReactJS в проекте используется Redux. Redux – это способ управления состояниями. В проекте Redux применяется для того, чтобы несколько компонентов могли обращаться к одному хранилищу.

При разработке алгоритмов проекта используются множество инструментов. Примером инструмента служит библиотека LoDash, которая представляет собой набор полезных функций для работы с данными и их конвертирования. При разработке сайта библиотека использовалась, например, для создания сортировочных действий (сортировка товаров по цене, производителю и т.п.). Для создания интерфейса сайта использовался фреймворк Semantic UI. При его помощи можно создавать многофункциональные переносимые интерфейсы, например блок «меню».

На данный момент уже создано React-приложение, в котором спроектированы основные блоки и элементы, отвечающие за выполнение определенных функций. Создана начальная база данных, содержащая товары, предоставляемые компанией. Все товары из БД уже выводятся в приятном интерфейсе на главный экран интернет-магазина, прописаны алгоритмы, сортирующие товары из БД по производителю и цене товара. Реализованы алгоритмы добавления товаров в «корзину покупок», подсчета количества добавленных товаров как в общем количестве, так и одного вида, подсчета общей стоимости покупки исходя из выбранных товаров и их количества.

Перспективами проектирования являются подключение к проекту независимого приложения базы данных и подключение платежной системы, при помощи которой и будет производиться оплата заказа.

Конечной целью проектирования является создание полноценного функционирующего сайта и использование его в экономических интересах компании с возможностью поддержки и усовершенствования.

## МИНИМИЗАЦИЯ ЗАТРАТ НА ПЕРЕВОЗКИ МЕЖДУ ГРУППАМИ ВЕРШИН ГРАФА

*П.В. Нушкарёв, К.Е. Ответчиков*

*А.П. Котенко, научный руководитель, канд. физ.-мат. наук, доцент*

Самарский государственный технический университет

г. Самара

Пусть неориентированный связный граф  $G(V, R)$  без петель имеет неотрицательную разметку вершин

$$m_1 : V \rightarrow \mathfrak{R}^+, V := \{v_i\}_{i \in \overline{1, |V|}}, |V| \geq 2, m_1(v_i) \geq 0,$$

неотрицательную разметку пар вершин

$$m_2 : V \times V \rightarrow \mathfrak{R}^+, m_2(v_i, v_j) \geq 0,$$

двойную неотрицательную разметку рёбер

$$\vec{d}(d_1, d_2) : R \rightarrow \mathfrak{R}^+ \times \mathfrak{R}^+, R := \{r_i\}_{i \in \overline{1, |R|}}, |R| \geq 1, d_1(r_i) \geq 0, d_2(r_i) > 0.$$

Например,  $m_1(u)$  – текущий запас однородного (взаимозаменяемого) груза в вершине  $u$ ,  $m_2(u, v)$  – количество груза для доставки из вершины  $u$  в вершину  $v$ ,  $d_1(r)$  – цена перевозки единицы груза по ребру  $r$ ,  $d_2(r)$  – пропускная способность ребра  $r$ . Так как груз взаимозаменяемый, то можно часть груза не вывозить из вершины, если её придётся компенсировать доставкой груза из другой вершины.

**Задача:** минимизация суммы расходов на доставку всего груза по назначению с учётом возможности замещения.

**Начало алгоритма.** Рассмотрим симметрическую матрицу

$$A := \|a_{ij}\|_{i, j \in \overline{1, |V|}}$$

смежности вершин, её степени  $A, A^2, \dots$  покажут число маршрутов из 1, 2, ... рёбер, связывающих соответствующие вершины графа. Найдём [1] симметрическую матрицу

$$B := \|b_{ij}\|_{i, j \in \overline{1, |V|}}$$

оптимальных расстояний  $b_{ij} \in \mathfrak{R}^+$  между вершинами  $v_i, v_j$  и симметрическую матрицу

$$C := \|c_{ij}\|_{i, j \in \overline{1, |V|}}$$

соответствующих оптимальных и субоптимальных маршрутов,

где  $c_{ij} := \{e_{ij}^{(0)}, e_{ij}^{(1)}, e_{ij}^{(2)}, \dots\}_{i, j \in \overline{1, |V|}}$  – список упорядоченных по неубыванию расходов

$0 \leq |e_{ij}^{(0)}| \leq |e_{ij}^{(1)}| \leq |e_{ij}^{(2)}| \leq \dots$  оптимального и лучших субоптимальных маршрутов между вершинами  $v_i, v_j$ .

Здесь  $\forall i, j \in \overline{1, |V|}$ ;  $e_{ij}^{(k)} := v_i \rightarrow \dots \rightarrow v_j$ ,  $|e_{ij}^{(k)}| := \sum_{r \in e_{ij}^{(k)}} d_1(r)$  – цена перевозки единицы груза по маршруту.

Очевидно,  $1 \leq k \leq |R|$ . Обозначим пропускную способность маршрута:

$$\|e_{ij}^{(k)}\| := \min_{r \in e_{ij}^{(k)}} d_2(r).$$

Модифицируем транспортную задачу линейного программирования [2]:

$$\begin{cases} 0 \leq x_{ij} \leq \|e_{ij}^{(0)}\|; i, j \in \overline{1, |V|}; \\ \sum_{j \in \overline{1, |V|}: j \neq i} x_{ij} - \sum_{j \in \overline{1, |V|}: j \neq i} x_{ji} \leq m_1(v_i); i \in \overline{1, |V|}; \\ \sum_{j \in \overline{1, |V|}} x_{ij} \leq \sum_{j \in \overline{1, |V|}} m_2(v_i, v_j); i \in \overline{1, |V|}; \\ \sum_{j \in \overline{1, |V|}} x_{ij} |e_{ij}^{(0)}| \rightarrow \min. \end{cases} \quad (1)$$

Здесь  $x_{ij}$  – количество груза, перевозимого из пункта отправления  $v_i$  в пункт назначения  $v_j$  по оптимальному маршруту  $e_{ij}^{(0)}$ .

Транспортная задача (1) имеет решение в предположении достаточной пропускной способности рёбер графа  $G(V, R)$ . Если весь груз перевезён, поставленная **Задача** решена с использованием лишь оптимальных маршрутов  $e_{ij}^{(0)}$ .

Если же суммарной пропускной способности оптимальных маршрутов не хватило, то заменим граф  $G(V, R)$ :

1. Удалим рёбра, насыщенные найденным потоком грузов  $x_{ij}$  задачи (1):

$$d_2(r(v_i, v_j)) - x_{ij} = 0.$$

2. Удалим изолированные вершины, если таковые получатся в результате выполнения пункта 1 [2].

3. Пересчитаем остаток недоставленных грузов в каждой вершине и по каждому ребру, оставшемуся после выполнения пунктов 1 и 2:

$$m_1(v_i) := m_1(v_i) + \sum_{j \in \overline{1, |V|}: j \neq i} x_{ij} - \sum_{j \in \overline{1, |V|}: j \neq i} x_{ji}; \quad m_2(v_i, v_j) := m_2(v_i, v_j) - x_{ij} \geq 0.$$

4. Пересчитаем пропускные способности рёбер, оставшихся после удаления в пункте 1:

$$d_2(r(v_i, v_j)) := d_2(r(v_i, v_j)) - x_{ij} > 0.$$

Вернёмся к **Началу алгоритма**. Матрица  $C$  трансформируется удалением (суб)оптимальных маршрутов, содержавших удалённые рёбра. Алгоритм повторяем циклически до завершения перевозки всего груза в пункты назначения.

Пример приложения алгоритма – оптимизация компоновки железнодорожных составов.

1. Котенко, А. П. Матричный алгоритм Беллмана–Мура / А. П. Котенко // Управление организационно-экономическими системами: моделирование взаимодействий, принятие решений. – Самара : Самарский национальный исследовательский университет, 2013. – Т. 10. – С. 33–37.

2. Докучаев, А. В. Свойства графов задач сетевого планирования и управления / А. В. Докучаев, А. П. Котенко // Вестник СамГТУ. Серия: Физико-математические науки. – Самара : Самарский государственный технический университет, 2010. – № 5 (21). – С. 204–211.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИЕЙ

*Д.Р. Осипов*

*В.Ф. Булавин, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

SCADA-система позволяет осуществить разработку распределенной автоматизированной системы управления технологическим процессом как единого проекта, что обеспечивается поддержкой алгоритмов обработки сигналов и функций управления, объемной векторной графикой мнемосхем, единым сетевым временем и технологией «playback» (графический просмотр архивов). Trace Mode – это SCADA-система, поддерживающая сквозное программирование операторских станций и контроллеров при помощи единого инструментария. На базе платформы возможно одновременно программировать задачи приема данных и управления в совместимых контроллерах, а также задачи супервизорного контроля и управления для АРМ диспетчеров.

Цель работы состоит в разработке прикладного программного обеспечения автоматизированной системы контроля и управления компрессорной станцией на базе SCADA-системы Trace Mode.

Актуальность работы обеспечивается широким внедрением цифровых технологий в производственной деятельности, что согласуется с национальным проектом «Цифровая экономика».

Использование пакета Trace Mode 6.0 при создании ПО проектируемой АСУ ТП опирается на применение контроллеров OMRON, стандартно поддерживаемых SCADA-системой. Основным этапом в реализации проекта является разработка базы каналов. Последняя представляет собой совокупность

алгоритмов функционирования автоматизированной системы, определяющая поведение ее информационных потоков в зависимости от поступающих данных и изменения информации внутри самой системы.

База каналов составляет математическую основу АСУ ТП. Согласно концепции SCADA-системы, представление информации, циркулирующей в канале, не зависит от физической природы источника и приемника информации. Это свойство полезно при отладке системы АСУ ТП, когда проверяется адекватность функционирования созданной АСУ ТП. После того, как система протестирована, перевод ее на получение реальных данных от датчиков осуществляется простым изменением типов каналов.

Разрабатываемая система ориентирована на работу в режиме эмуляции техпроцесса с последующей ее адаптацией к реальному объекту, где вся информация с датчиков может быть установлена пользователем по своему усмотрению. Связь операторской станции с объектом управления обеспечивается передачей значений каналов по линиям связи.

Разработка графического интерфейса для операторских станций осуществляется в редакторе представления данных. В него загружается структура проекта, созданная в редакторе базы каналов, позволяющая редактировать графическую базу любого выбранного узла, т.к. разработанный графический интерфейс операторских станций размещает на экранах графической базы статические элементы рисования и динамические формы отображения (рис. 1 и рис. 2). Динамические формы отображения связаны с соответствующими значениями каналов объектов.

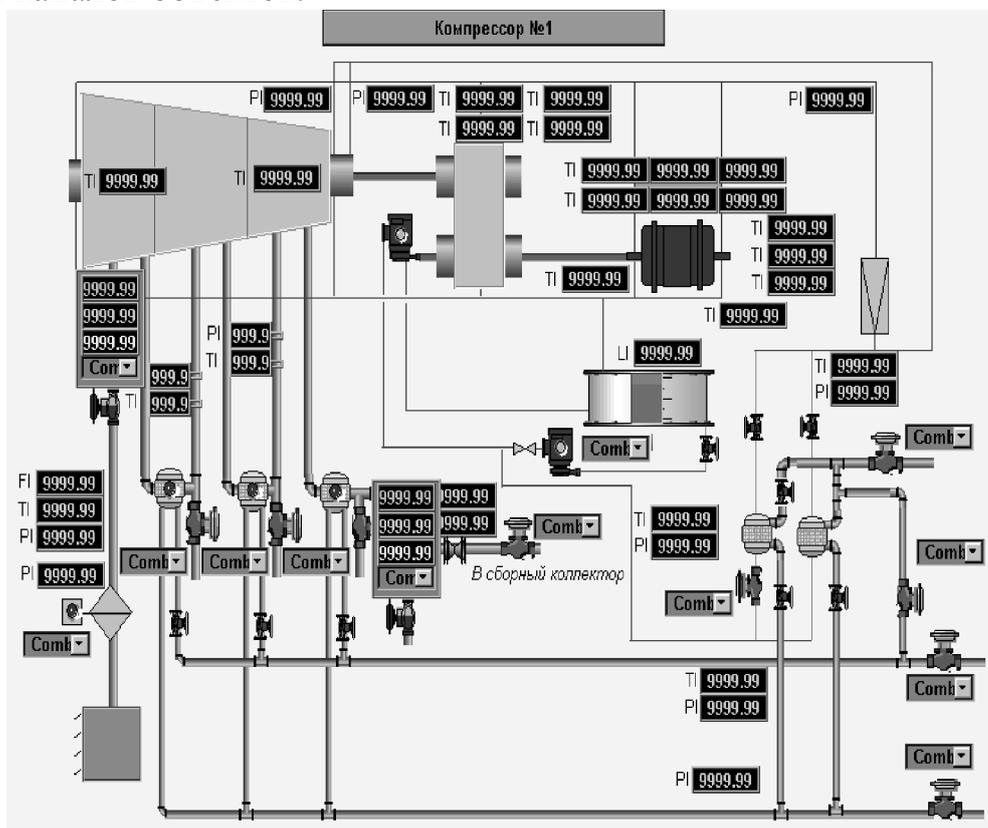


Рис. 1. Мнемосхема компрессора

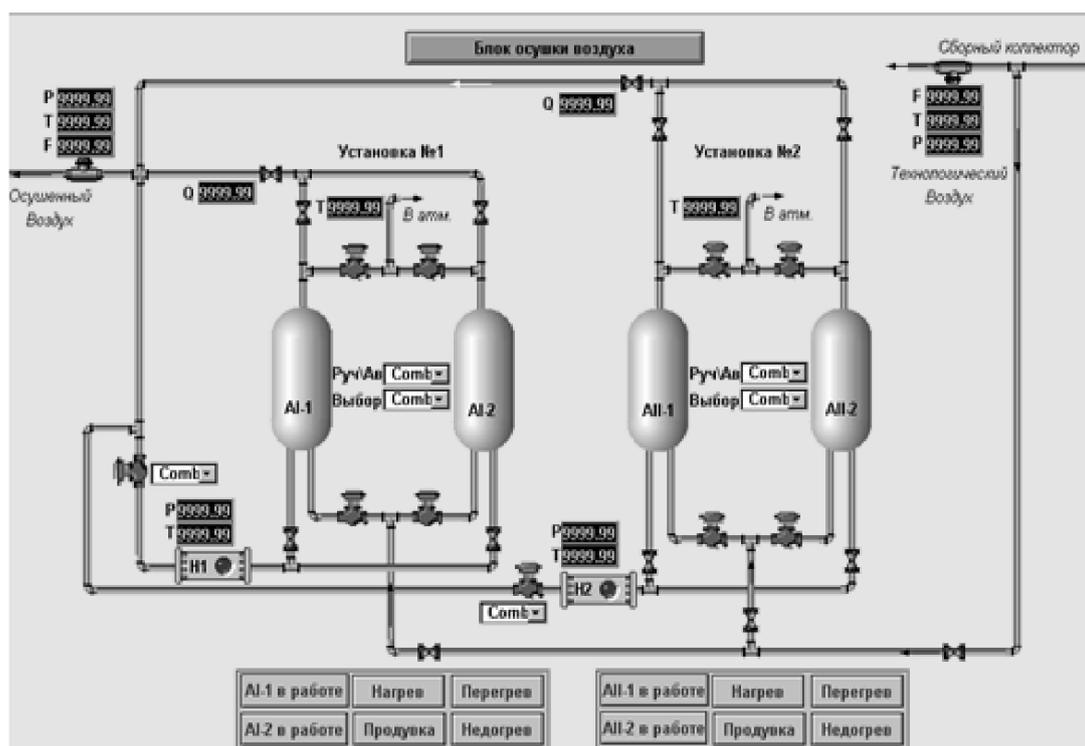


Рис. 2. Мнемосхема блока осушки воздуха

Созданный интерфейс позволяет ознакомить пользователя с управляемой системой и обучить его стандартным ситуациям, возникающим в процессе эксплуатации системы. Для анализа работы используется локальный СПАД-архив технологической информации: давление в трубопроводах, расход сжатого воздуха, отчет тревог, предназначенный для фиксации событий.

Разработанное ПО автоматизированной системы контроля и управления компрессорной станцией на основе SCADA-системы позволило обеспечить возможность оперативного вмешательства в работу компрессорной станции и получение полной информации о ее режиме. АСУ ТП реализует получение сигналов тревоги в диспетчерском пункте при аварийных ситуациях, а также проведение экспресс-диагностики во всех ситуациях.

Наличие информации о работе компрессорной станцией позволит реально оценить состояние, работу оборудования, объемы выработки сжатого воздуха, потребляемую энергию, что облегчит принятие решений для планирования организационно-технических мероприятий.

1. Куцевич, Н. А. SCADA-системы. Взгляд со стороны: учебник / Н. А. Куцевич, Е. Б. Андреев, О. В. Синенко – Москва : РТСОФТ 2004. –176 с. Isbn 599-0-0271-17.

2. Куличенко, Т. А. Проектирование АСУ ТП с использованием инструментального пакета Trace Mode 6.05: учебное пособие / Т. А. Куличенко, А. А. Шелест – Тюмень : ТЮМНГУ, 2008. – 87 с.

## ИННОВАЦИОННАЯ СИСТЕМА ВНУТРЕННЕГО ОСВЕЩЕНИЯ ЗДАНИЯ УНИВЕРСИТЕТА

*В.Л. Островский*

*Н.А. Кремлёва, научный руководитель, канд. экон. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Актуальность темы исследования определяется реализуемым на федеральном уровне проектом «Умный город», направленным на создание комфортных условий для жизни населения, сокращение потребления энергоресурсов (установка приборов учета энергоресурсов, погодозависимой автоматики), цифровизацию жилищно-коммунального хозяйства, и Программой повышения конкурентоспособности ВоГУ, одной из задач которой является модернизация инфраструктуры и системы управления университетом через развитие материально-технической базы.

Цель исследования заключается в разработке концепции проекта по проектированию инновационной автоматизированной системы управления (АСУ) внутренним освещением первого корпуса ВоГУ, обеспечивающим снижение затрат на снабжение электроэнергией и создание комфортной рабочей среды для обучающихся и работников университета. В рамках статьи под умной АСУ понимается технология освещения, обеспечивающая эффективное использование энергии и включающая в себя интегрированный комплекс высокоэффективных светильников, автоматических элементов управления и программного обеспечения (ПО), который в онлайн режиме вносит корректировки в зависимости от требуемых условий.

Задачи исследования: провести обзор современных зарубежных научных публикаций в области проектирования «умного» освещения; осуществить патентный поиск по открытым патентным базам в области умной АСУ внутренним освещением здания, сформулировать концепцию проектирования системы освещения здания.

Объектом исследования является умная АСУ внутреннего освещения здания. В качестве методологической базы использовались методы анализа, описания, дедукции и сравнения.

Научная новизна – предложена инновационная система умного освещения, обеспечивающая снижение затрат на снабжение электроэнергией учебного корпуса университета и позволяющая улучшить психофизическое состояние людей. Система отличается от существующих методов освещения тем, что в ней объединены интеллектуальные, умные системы освещения с технологией биодинамического освещения. Данная технология обеспечивает комфортную для человека зону освещения с регулированием палитры, температуры и ярко-

сти света в зависимости от времени суток, периодичности появления людей в заданной зоне и от погодных условий.

Проведен анализ практики зарубежных (Philips, Signify (Нидерланды); Lightwave (Великобритания); Amazon, LIFIX (США)) и российских (Яндекс) компаний, осуществляющих разработку и реализацию систем умного освещения и систем управления умным домом и офисом. На основе анализа можно выделить два сегмента умных систем: производство датчиков и оборудования, используемых в умных системах, и создание ПО для управления этими датчиками и оборудованием. Лидером в области производства энергоэффективных световых решений и умных световых систем является компания Philips, подразделения которой занимаются производством умных осветительных приборов, контроллеров, интегрирующих всю систему в единое целое, разработкой приложений для контроля системы [1].

Предложена разработка по проектированию системы освещения и ее реализации на базе 1 учебного корпуса ВоГУ. Светильники, оснащенные сенсорами и элементами управления, объединяются с IT-сетью. Каждая световая точка имеет индивидуальный IP-адрес. При подключении к пространственной карте корпуса источники света предоставляют информацию о местоположении и данные об использовании области вокруг их. Световая система предоставит подробную информацию об использовании здания, обеспечивая устойчивое и экономически эффективное использование ресурсов. Также пользователи смогут самостоятельно контролировать освещение над своими столами, даже в аудиториях и помещениях открытого плана, используя свои телефоны, поддерживая тем самым комфорт и продуктивность образовательного процесса.

Проведён патентный поиск по открытым патентным базам по теме исследования. Патент «Lighting device, luminaire and lighting device configuration method» (Нидерланды) описывает устройство освещения, а именно: осветительное устройство, имеющее твердотельные элементы и программно-вычислительный модуль. «Control of a lighting system» (Нидерланды) описывает систему управления осветительными единицами, объединяющую их в единое целое. «Luminaires, systems and methods for providing spectrally and spatially modulated illumination» (США) описывает светильники, системы и методы, способные координировать с циркадными ритмами человека.

Предлагается провести апробацию освоения умного освещения на одном из этажей корпуса для обоснования экономической эффективности от снижения фактических расходов и влияния биодинамической системы на образовательный процесс и дальнейшую диффузию инновационного решения на другие учебные площади.

Последующие исследования будут посвящены обоснованию экономической целесообразности реализации проекта на основе снижения затрат по со-

держанию и обслуживанию корпуса ВоГУ; разработке принципов работы предлагаемой АСУ и модели системы сбора, анализа информации и принятия решений; оценке и выбору осветительных приборов и др.

1. Philips Hue: официальный сайт. – Нидерланды. – URL: <https://www2.meethue.com/en-us> (дата обращения: 01.04.2020). – Текст: электронный.

## РАЗРАБОТКА ГИБРИДНОГО МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ТЕЛЕФОННОЙ КНИГИ СОТРУДНИКОВ

*И.Г. Пинчук*

*М.И. Жадан, научный руководитель, канд. физ.-мат. наук, доцент*  
Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины  
г. Гомель

Работа в большой компании с сотнями сотрудников и офисами в разных городах ставит высокий приоритет проблеме коммуникации между сотрудниками. Находясь на своём рабочем месте у компьютера, можно использовать корпоративную почту или систему обмена файлами и сообщениями внутри офиса. Однако зачастую бывают ситуации, когда сотрудник не находится на своём рабочем месте либо работает из дома, но связаться с ним нужно срочно. Для этого может быть полезна следующая контактная информация: номер мобильного телефона, адреса офиса, номер кабинета и, в некоторых случаях, фотография. Всю эту информацию можно быстро и в удобной форме получить, используя разработанное приложение.

В качестве платформы для разработки серверной части приложения используется фреймворк IBM MobileFirst, который позволяет создавать приложения для мобильных платформ Android, iOS и Windows Mobile и позволяет выполнять высокие требования к безопасности для приложений корпоративного уровня. Для доступа к встроенным функциям мобильного устройства (уведомления, обновление, биометрическая идентификация) используется платформа Apache Cordova. Эта платформа предоставляет широкий набор средств API на языке JavaScript для использования свойств и возможностей мобильного устройства.

Для разработки интерфейса пользователя применяется фреймворк Ionic2. Фреймворк сочетает в себе преимущества фреймворка Angular для разработки WEB-приложения и возможности Cordova для взаимодействия с мобильным устройством.

Приложение получает данные из сервиса посредством REST-запросов. Сервис реализован на платформе WebSphere Liberty, предоставленном IBM Mobilefirst.

Структура пользовательского интерфейса приложения представляет набор страниц, на которых отображаются данные (список контактов, информация о контакте) и элементы управления. Переход между страницами организован с помощью контроллера навигации – компонент API Ionic 2. Контроллер навигации позволяет не только переходить между экранами, но и передавать между ними необходимые данные, такие как состояния фильтров, id записей и т.д.

В результате работы реализовано приложение, выполняющее основные функции справочника организации. Приложение адаптировано для работы на мобильных устройствах под управлением Android и iOS. Визуальный интерфейс адаптируется под различные размеры экранов и ориентацию устройства. При разработке использовались языки HTML5, CSS3, JavaScript, TypeScript, а также фреймворки Angular, Cordova, Ionic 2. Для распространения и управления приложением используются средства платформы IBM MobileFirst [1, 2].

Кроссплатформенность, обеспеченная фреймворком Ionic 2, позволила вести разработку приложения для браузера, Android и iOS устройств, не прибегая к использованию разных языков программирования и без вовлечения узких специалистов в разработке мобильных приложений для определённой платформы.

1 Duong, E., Koehler, B., Liew, T., Mower, C., Venkatraman, S. IBM MobileFirst Strategy Software Approach / E. Duong, B. Koehler, T. Liew, C. Mower, S. Venkatraman – Springville. UT: Vervante, 2014. – 272 с.

2 The top open source framework for building amazing mobile apps. [Электронный ресурс]. – URL: [ionicframework.com](http://ionicframework.com).

## **ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ЧЕРЕЗ ЭФФЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

***В.М. Победенко***

***Е.А. Западнюк**, научный руководитель, канд. экон. наук, доцент  
Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины  
г. Гомель*

Использование информационных технологий способствует повышению конкурентоспособности и развитию системы управления, расширяет доступ населения к информационным источникам. Изменяются возможности распространения, улучшается результативность принятия решений.

Теория принятия решений в среде осуществления основных функций государства различает три возможных ситуации выбора управленческих решений в процессах управления экономикой: выбор в условиях устойчивой определенности; выбор в условиях риска; выбор в условиях неопределенности.

При таких условиях эффективного управления отдельных функций государства имеют возможность полностью обеспечивать устойчивое присутствие на рынке отдельных субъектов экономической деятельности, гарантировать защиту прав акционеров и собственников, способствовать развитию предпринимательства и привлечению инвестиций.

Академик Л.И. Абалкин выделяет определенные функции государства как классические. Взаимозависимость этих функций и их взаимодействие раскрываются благодаря таким механизмам: защита прав собственности, в первую очередь экономической; обеспечение свободы предпринимательства, стимулирование деловой активности населения.

На основании наличия различных видов производства высокотехнологичной продукции можно выделить две модели их обновления. В первой используют внедрение инноваций в производство, создают благоприятную рыночную среду, используют достижения научных исследований. Во второй ориентируются на повышение стоимости инновационных технологий, не совершенствуют технологии, а перенимают инновации.

В известном учебнике П. Хейне, отражающем современные требования к экономике, к основным функциям государства, обеспечивающим жизнедеятельность страны, относятся [1]: обеспечение правовой базы; защита конкуренции на всех уровнях функционирования; справедливое перераспределение доходов и национального богатства; своевременная корректировка распределения ресурсов; поэтапная стабилизация развития экономики.

Обеспечение устойчивой конкурентоспособности национальной экономики на современном этапе и на долгосрочную перспективу предполагается в условиях достижения ее трансформации на основе инновационных требований, а также совершенствования механизма государственной поддержки.

Главными функциями государства Л.Г. Ходов считает [2]: создание и поддержание условий нормальной жизни населения страны; обеспечение общества достоверной и общедоступной информации о состоянии и тенденции развития основных показателей экономического развития; юридическое и организационное влияние на материальную и нематериальную мотивацию путем юридического оформления отношений собственности и распределения.

Общим для всех функций является обеспечение нормативно-правового регулирования экономической системы.

Актуальным для формирования информационного обеспечения является анализ внешней среды, исследования взаимосвязей. До сих пор не хватает внимания к рынку труда со стороны государства, в достаточной степени не используются свойства природных факторов.

Управляя занятостью населения, в первую очередь проявляют отраслевые и региональные приоритеты в развитии экономики и сохранения рабочих мест. Для улучшения положения существуют меры по созданию рабочих мест, структурной перестройки экономики с учетом региональных рынков труда.

На современном этапе развития экономики эффективно решить имеющиеся проблемы можно только на основе новых информационных технологий. Сегодня в постсоветских странах процесс общей информатизации общества только начался. Информатизация вообще – это инструмент построения информационного общества.

Отличие их использования от имеющихся предыдущих технологий заключается в том, что все разработанные теории касались преимущественно сферы материального производства.

На современном этапе входит в научный оборот новое понятие – информационная экономика. Она охватывает в себе множество других продуктов, используемых для принятия решений. Под рынком информационных продуктов и услуг понимают систему товарно-денежных отношений.

Эффективное регулирование экономики в условиях рыночных отношений невозможно без системного подхода к формированию теории управления хозяйственными комплексами и информационных технологий.

Установлено, что на нынешнем этапе современные информационные технологии генерируют не только новые возможности в решении различных проблем, но и создают принципиально новые виды информации, предоставляют возможности передвижения таких элементов, как капиталы, товары и услуги.

Такие возможности информационных технологий требуют не только новых методологических подходов к процессам государственной поддержки управленческих решений, но и регулирования на основе развития конкурентоспособных экономических субъектов.

1. Хейне, П. Экономический образ мышления / П. Хейне. – Москва : Калтаксия, 1997. – 704 с.

2. Ходов, Л. Г. Государственное регулирование национальной экономики / Л. Г. Ходов. – Москва : Экономист, 2006. – 620 с.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ИНФОРМИРОВАНИЯ О ТЕКУЩЕЙ УЧЕБНОЙ НЕДЕЛЕ В ВУЗЕ

*Е.Е. Пологова, Е.Е. Дёмина*

*Д.И. Кислицын, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет  
г. Нижний Новгород

Во многих учебных заведениях используется система четных/нечетных недель для организации расписания. В нашем университете информирование о текущей неделе реализовано через физические напечатанные таблички, размещенные в вузе. Безусловно, нельзя отрицать существование человеческого фактора, который может привести к ошибке и ввести в заблуждение как студентов, так и преподавателей университета. Таким образом, очевидно, что необходимо автоматизировать этот процесс и свести к минимуму участие человека. В рамках существующей проблемы наилучшим решением является разработка устройств, которые будут располагаться на каждой кафедре и в деканате, автоматически обновляя название недели, дату и время. Требования к разрабатываемому устройству:

- 1) обеспечить вывод даты, дня недели, времени и четности недели на экран;
- 2) обеспечить автоматическую смену четности недели;
- 3) предусмотреть возможность ручной смены четности недели по кнопке.

Используя микроконтроллер и дополнительные модули (экран, часы реального времени, Ethernet или WiFi модуль), можно разработать устройство, удовлетворяющее данным требованиям, а его время будет синхронизироваться через сеть, используя NTP-сервер.

Для кафедры информационных систем и технологий (ИСТ) ННГАСУ было решено создать устройство на платформе Arduino Nano с микроконтроллером ATmega328 [1]. В данной версии устройства время задается локально непосредственно при загрузке программы и далее поддерживается модулем часов реального времени DS3231 с источником автономного питания. Информация выводится на двухстрочный ЖК экран LCD 1602. На рисунке 1 представлена разработанная в Fritzing электрическая схема устройства [2]. В среде ArduinoIDE была разработана и записана в модуль Arduino программа на C++, реализующая заявленный функционал.

После определения предельной толщины корпуса (устройство размещено внутри застекленного стенда около кафедры), размеров всех деталей и вариантов их возможной компоновки была разработана трёхмерная модель корпуса в программе Autodesk Inventor Pro 2019 с учетом габаритов всех деталей и существующих ограничений. Корпус часов состоит из двух частей –

основная часть с креплениями для всех деталей и крышка. Трёхмерная модель корпуса с размещёнными деталями представлена на рисунке 2.

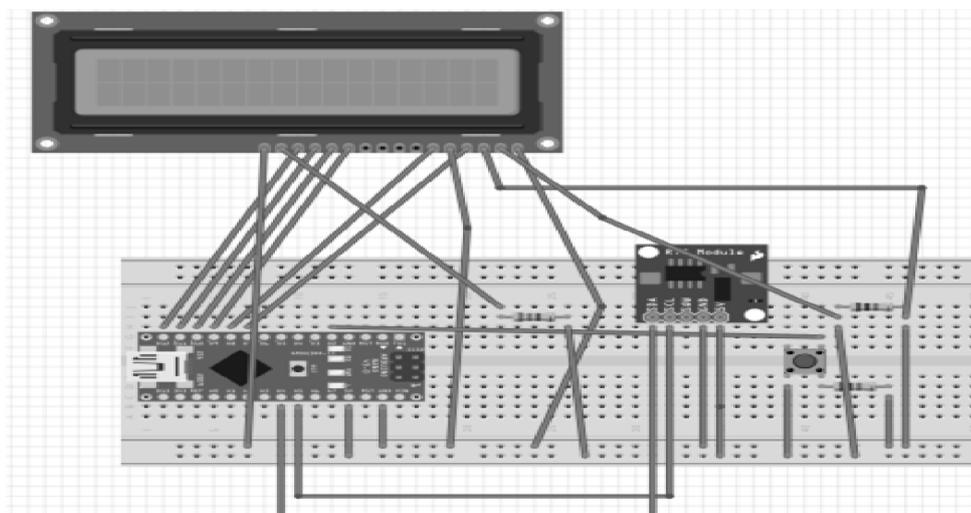


Рис. 1. Электрическая схема устройства в Fritzing

Корпус и крышка были распечатаны на кафедральном 3D-принтере, в котором затем были размещены все компоненты. Само устройство было установлено около кафедры ИСТ (рис. 3).

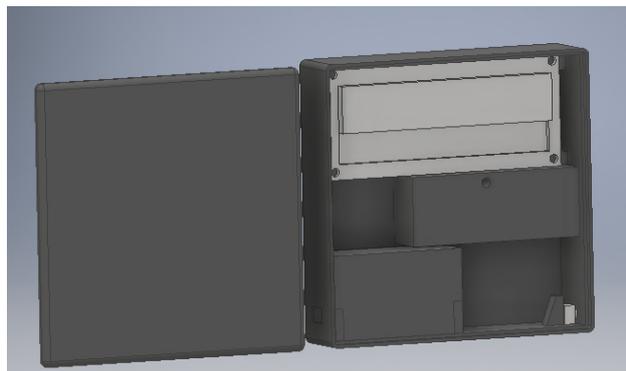


Рис. 2. Трёхмерная модель корпуса с размещёнными деталями



Рис. 3. Работающее устройство в собранном виде

Таким образом, было разработано и внедрено в эксплуатацию устройство, автоматизирующее процесс информирования студентов и сотрудников вуза о текущей дате, времени, учебной неделе и дне недели. В дальнейшем, если будет принято решение о распространении подобного устройства по всему университету, необходимо будет дополнить их функцией синхронизации времени и оснастить сетевыми модулями.

1. ArduinoNano [Электронный ресурс]. – [URL:] <http://arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardNano/>.
2. Fritzing [Электронный ресурс]. – [URL:] <https://fritzing.org/home/>.

## РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ СОЗДАНИЯ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ОБУЧЕНИЮ ПРОГРАММИРОВАНИЮ

*И.А. Притыченко*

*Д.В. Кочкин, научный руководитель, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Эффективное обучение программированию является фундаментальным вопросом для преподавателя, а также имеет большой вес для студента. Для приобретения навыков программирования студенту необходимо практиковаться в решении задач – это можно сделать с помощью проверяющих систем. На основе решенных задач можно строить план обучения.

Перед началом разработки системы был проведен поиск существующих решений. Прямых аналогов обнаружено не было. Непрямыми аналогами разрабатываемой системы являются онлайн курсы по программированию, такие как CodeAcademy [1], GeekBrains, JavaRush.

Плюсы систем:

- большое количество учебного материала;
- онлайн курсы с преподавателями.

Вышеописанный функционал в большинстве систем доступен за дополнительную плату.

Минусы систем:

- ограниченность рамками обучающего курса;
- нет рекомендательной системы под конкретного пользователя;
- представлен узкий набор языков программирования.

Цели исследования:

- интеграция с дистанционными практикумами по программированию;
- создание модели данных;
- анализ модели данных;
- создание алгоритма рекомендаций по модели данных.

Задачи исследования:

- реализация интеграционных модулей;
- создание модели данных на основе данных из разных систем;
- реализация алгоритма рекомендаций на основе модели данных пользователя;
- реализация обучающего портала для студентов.

Для приложения была выбрана трехуровневая архитектура – клиент, сервер приложений, база данных. На рисунке представлены способы взаимодействия между уровнями приложения, а также технологии, на которых будет работать сервер.

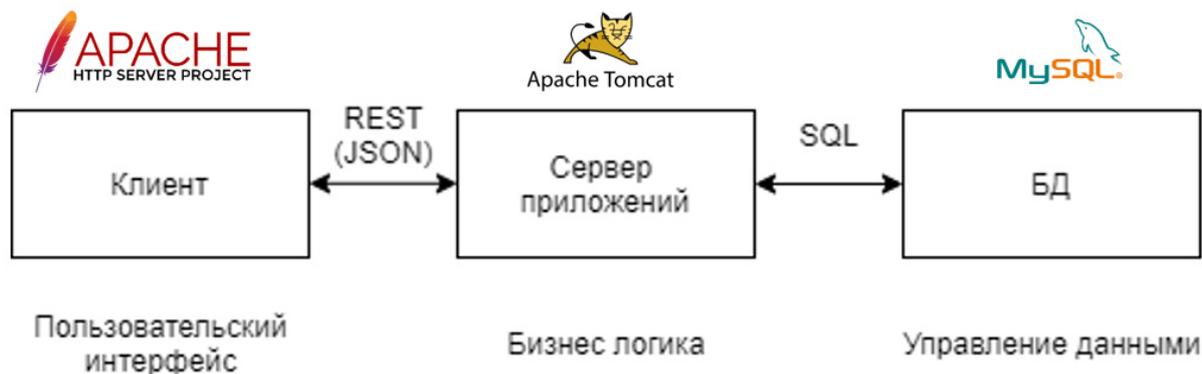


Рис. Схема архитектуры приложения

Перед началом создания были выбраны технологии для каждой части. Для серверной части используется язык программирования Java. Технологии в серверной части:

- Spring Boot [2] – это фреймворк для быстрой разработки приложений на основе Spring Framework и его компонентов, входящих в Spring;
- Hibernate 5 – это библиотека, которая предназначена для отображения объектов объектно-ориентированного языка в структуры реляционных баз данных;
- Maven – это инструмент для сборки Java-проекта: компиляции, создания jar, создания дистрибутива программы, генерации документации.

Для разработки клиентской части используется:

- среда выполнения JS кода – NodeJS;
- фреймворк для разработки пользовательского интерфейса – React с расширением TypeScript и библиотекой компонентов MaterialUI [3];
- сборка проекта осуществляется с помощью Webpack.

В качестве системы управления базой данных была выбрана MySQL. Это свободная реляционная система управления базами данных.

На данный момент реализован интеграционный модуль Codeforces, развернут сервер и настроены инструменты непрерывного развертывания приложения.

1. Learning to Code with Codecademy. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.codecademy.com/..](https://www.codecademy.com/) – Заглавие с экрана.

2. SpringBoot. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://spring.io/projects/spring-boot/..](https://spring.io/projects/spring-boot/) – Заглавие с экрана.

3. MATERIAL-UI. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://material-ui.com/..](https://material-ui.com/) – Заглавие с экрана.

## РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ УМНОГО ДОМА ЯНДЕКСА

*В.А. Рачис*

*Е.А. Мыцко, научный руководитель, канд. техн. наук*  
Томский политехнический университет  
г. Томск

Голосовые помощники в последнее время всё больше и больше входят в повседневную жизнь. На рынке уже представлены варианты от крупных иностранных компаний: Siri (Apple), GoogleAssistant (Google), Alexa (Amazon), Cortana (Microsoft) и другие. Однако из них на русском языке говорит только Siri, при этом делает это достаточно плохо. Именно незанятая ниша в России и странах СНГ мотивировала компанию Яндекс в конце 2016 года начать разрабатывать свой голосовой помощник, который был представлен 10 октября 2017 [1]. На момент запуска Алиса работала лишь в приложении Яндекс для мобильных ОС, а также имела приложение для Windows. Однако сейчас она имеет интеграцию не только в ПО, но и в различные устройства.

Но стоит отметить, что её функциональность увеличивается не только силам самой компании Яндекс, но и другими программистами благодаря системе навыков. Навык – это подпрограмма Алисы, которая вызывается своим активационным именем. В этом режиме помощник транслирует реплики пользователя на сервер разработчика, который генерирует текст для ответа. Его можно писать на многих языках программирования, хотя компания предлагает Python и Node.js. Полученный код необходимо разместить на сервере или на сервисе вроде ZeitNow. После создания программы её необходимо разместить на платформе Яндекс.Диалоги, чтобы навык прошёл модерацию.

Через год после выхода Яндекс.Станции на Yet another Conference 2019 была представлена система «Умный дом Яндекса». Его центром стал голосовой помощник Алиса. Через неё можно отдать команду устройству. Причём это относится не только к умным колонкам, но и к приложениям.

Отметим две проблемы умных домов.

Первая заключается в том, что техника от разных производителей редко совместима друг с другом. Подобные сложности ограничивают выбор устройств или отпугивают людей от идеи умного дома. При этом стоит помнить, что нет компании, которая производит все виды устройств и поэтому сделать комплексную систему на приборах от одного вендора также не получится.

Вторая проблема – большинство умных устройств управляются с мобильного приложения, что не всегда удобно.

Яндекс при разработке своей системы умного дома поставил задачу решить обе эти проблемы. Он создал открытую платформу с архитектурой cloud-2-cloud, завязав её уже на имеющейся системе навыков, что и было сделано 23 мая 2019. Данный способ не заменяет хаб производителя и не ограни-

чивает альтернативные интерфейсы. Пользователь говорит: «Алиса, включи чайник», – сервера Яндекса преобразуют эту фразу в запрос и через Adapter API отправляют в облако производителя, оттуда сигнал идёт на хаб или напрямую к устройству [2].

Разрабатываемая система изображена на рисунке.

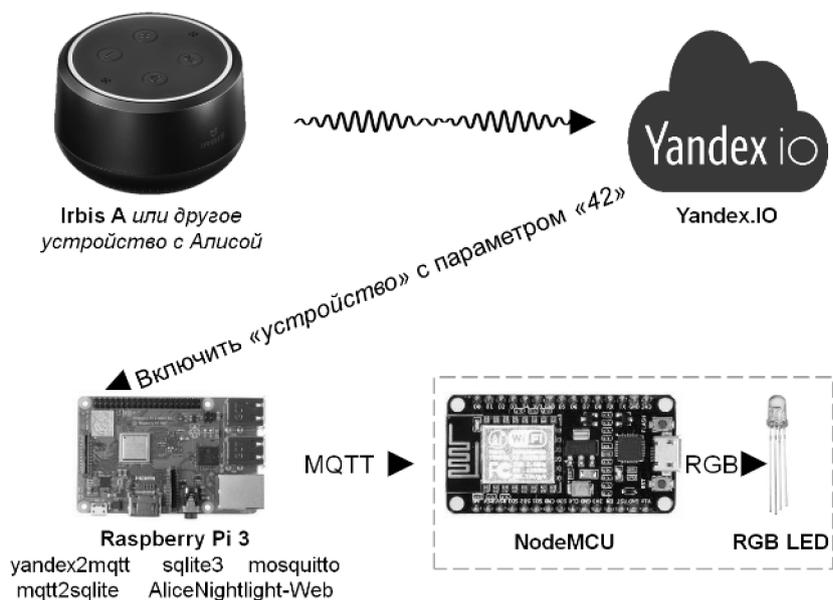


Рис. Система на данный момент

Рассмотрим потоки данных. Колонка IrbisA (или любое другое устройство с Алисой) получает от пользователя голосовую команду и отправляет звук на сервера Yandex.IO, где они преобразуются в текст и отправляются на сервер POST-запросом.

Сервером может быть любая машина с Unix-подобной ОС. Выбрана Raspberry Pi из-за наличия оной и возможности подключения её к «белому ip». На ней установлено следующее ПО: yandex2mqtt – обрабатывает POST-запрос и перенаправляет его в MQTT топик; mosquitto – MQTT-брокер; sqlite – база данных с состояниями устройства.

Также несколько скриптов (python3): mqtt2sqlite – считывает данные из топиков MQTT и заносит их в БД sqlite3; AliceNightlight-Web – веб-интерфейс для получения информации об устройстве и управлении им.

После того, как данные о цвете попали в MQTT-сервер, они уже считаются конечным устройством. На данный момент им является плата ESP8266 с RGB-светодиодом. Плата получает данные с MQTT-топиков и подаёт значения на входы диода.

1. Представляем голосового помощника Алису // Блог Яндекса URL: <https://yandex.ru/blog/company/alisa> (дата обращения: 30.09.2019).

2. Умный дом с Алисой. Яндекс открывает платформу для всех разработчиков // Хабр URL: <https://habr.com/ru/company/yandex/blog/453080/> (дата обращения: 15.01.2020).

## АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ СОБЫТИЯМИ БЕЗОПАСНОСТИ В МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

*Е.Д. Родионова*

*С.В. Данилова, научный руководитель, канд. экон. наук, доцент*

Ивановский государственный университет

г. Иваново

Стремительный рост кибератак на медицинские организации объясняется переходом к ведению электронных медицинских карт (ЭМК) и увеличением количества медицинского оборудования и устройств, подключаемых к сети Интернет.

По словам экспертов «Лаборатории Касперского», на черном рынке медицинские данные стоят дороже банковских [1]. Эти данные считаются ценным ресурсом для злоумышленников, поскольку они могут использоваться для обмана пользователей и их родственников.

Однако не только доступ к данным ЭМК представляет интерес для хакеров. Для них второй «задачей» является внесение изменений в данные для совершения целевых атак и намеренного затруднения постановки диагнозов некоторых пациентов.

Кроме того, в «Лаборатории Касперского» отмечают, что медицинские организации стали чаще атаковаться программами-шифровальщиками по двум причинам:

- несерьёзное отношение к рискам, связанным с цифровизацией в сфере здравоохранения;
- недостаточное количество внимания уделяется обучению сотрудников базовым навыкам информационной безопасности [1].

В 2019 году по всему миру было атаковано огромное количество электронных устройств в медицинских организациях. Согласно прогнозам «Лаборатории Касперского», в дальнейшем число атак будет расти. Это приведет к проблемам при постановке диагноза, а значит, и к лишению пациентов помощи, которая возможно требуется немедленно [1].

Автоматизация деятельности медицинских сотрудников ведется повсеместно посредством внедрения медицинских информационных систем (МИС). Они объединяют в себе систему для поддержки принятия врачебных решений, ЭМК пациентов, данные медицинских исследований в цифровой форме, данные мониторинга о состоянии пациента с медицинского оборудования. К тому же МИС может выступать средством для взаимодействия между сотрудниками и внутри одной медицинской организации, и между несколькими медицинскими организациями и позволяет управлять финансовой и административной информацией. Поэтому необходимо предотвратить хакерские атаки и обеспечить максимальную защиту персональных данных, которые хранятся и

обрабатываются в медицинских информационных системах и базах данных медицинских организаций.

Защита информации напрямую зависит от своевременной реакции на угрозы безопасности. Соответственно, нужно использовать инструменты, которые позволяют в режиме реального времени проводить анализ инцидентов связанных с угрозами. Эти инциденты могут исходить от устройств, подключенных к сети медицинской организации, и приложений. Важно предпринимать меры на эти инциденты до нанесения ущерба данным. К таким инструментам относится SIEM-система.

Сущность ее работы заключается в том, что информация поступает с различных источников, таких как DLP-системы, IDS, антивирусы, маршрутизаторы, межсетевые экраны, АРМ пользователей, серверов, далее система выявляет отклонения от норм по определенным критериям. Как только отклонение выявлено – система генерирует инцидент. Результаты работы SIEM поступают в виде отчетов с определенной (заданной при настройке) периодичностью сотрудникам, отвечающим за информационную безопасность медицинской организации. Кроме того, SEIM позволяет отслеживать и оповещать при аномалиях сетевого трафика о неожиданных действиях пользователя или о появлении неопознанных устройств в сети. Особенностью системы является то, что она может учитывать ситуации, при которых внешне безобидные события, полученные с различных источников, в совокупности могут нести в себе угрозу. При этом следует отметить, что каких-либо защитных функций SIEM в себе не несет.

Возможность осуществлять управление информацией о безопасности и угрозами в режиме реального времени повышает уровень защищенности МИС. Это является приоритетной задачей SIEM-систем [2].

Таким образом, при использовании SIEM-систем появляется возможность принять решение до того, как ситуация станет критической для медицинской организации. Управление инцидентами и событиями безопасности будет возможным с использованием автоматических механизмов, которые спрогнозируют будущие события на основе «исторических данных» [2] и «автоматической подстройки параметров мониторинга событий к конкретному состоянию системы» [2].

1. Информационная безопасность в медицине. – Текст: электронный // Zdrav.Expert – Медтех-портал. – 2019. – URL: <http://zdrav.expert/index.php/> Статья: Информационная\_безопасность\_в\_медицине(дата обращения: 22.03.2020).

2. SIEM . – Текст: электронный // Википедия – свободна энциклопедия: [сайт]. – 2020. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/SIEM> (дата обращения: 23.03.2020).

## СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИБЛИОТЕК REACT И REDUX ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ИНТЕРФЕЙСОВ

*Д.М. Серебряков*

*С.Ю. Ржеуцкая, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

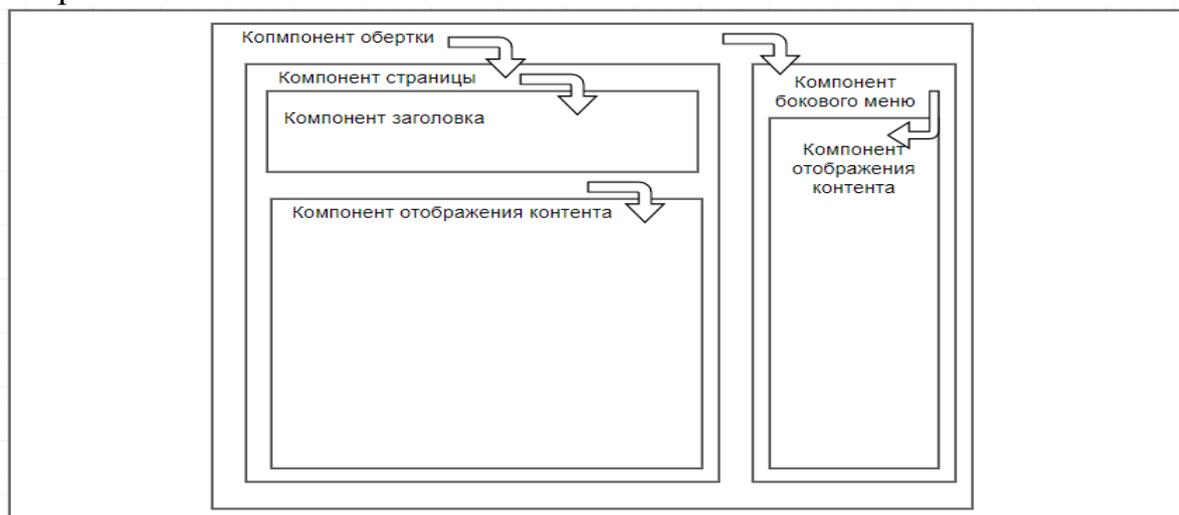
*Вологодский государственный университет*

*г. Вологда*

Реализация пользовательских интерфейсов является одним из наиболее трудоёмких этапов разработки программного продукта. Цель выполненного исследования – предложить и проанализировать способ повышения эффективности данного процесса за счёт совместного использования библиотек React и Redux.

Библиотеки React и Redux используют современные стандарты языка, что делает необходимым для их работы подключать babel. Данные библиотеки взаимно дополняют друг друга при разработке, обеспечивая инструменты для формирования интерфейсов и кеширования данных и передаче их между компонентами.

Построение компонентов с помощью библиотеки React строится по принципу вложенности компонентов – небольших классов, реализующих определенные возможности, например компонент кнопки содержит внутри себя методы, формирующие верстку, стили и обработку нажатий. React придерживается принципа «однонаправленного потока данных», это значит, что данные могут «течь» с компонентов нижнего уровня к компонентам верхнего, но не наоборот.



*Рис. 1. Схематическое изображение вложенных компонентов*

На рисунке 1 приведена стандартная схема построения компонента, стрелками представлено направление потока данных между компонентами. React позволяет переиспользовать компоненты на любых уровнях, что позволяет сократить время на разработку за счёт отказа от необходимости писать повторяющиеся части сайта.

Зачастую такой поход к обмену, при котором компонент будет получать данные, которые ему совершенно не нужны, присутствует только для того, чтобы передать их на нижний уровень. При таком подходе универсальность и переиспользование компонентов сильно затрудняются.

Для решения этой проблемы в связке с React используется библиотека Redux. Данная библиотека создает объект, хранящийся в кэше браузера и предоставляет к нему доступ по единому API. Данный объект называется Store (хранилище) и он хранит в себе текущее состояние всего приложения. Для управления данными в Store используются 2 вещи: actions (экшены) и reducers (редьюсеры).

Экшен – это объект с двумя полями: тип и данные. Объект экшена передается в функцию-редьюсер, которая обновляет объект состояния (Store).

Компонент любого уровня имеет возможность подключиться к Store и получать своё состояние из него. Данная возможность позволяет убрать пропуски лишних данных между компонентами и значительно увеличивает возможности переиспользования компонентов, сокращает количество кода и облегчает читаемость кода.

На рисунке 2 представлена схема движения данных через Store при использовании библиотеки Redux.

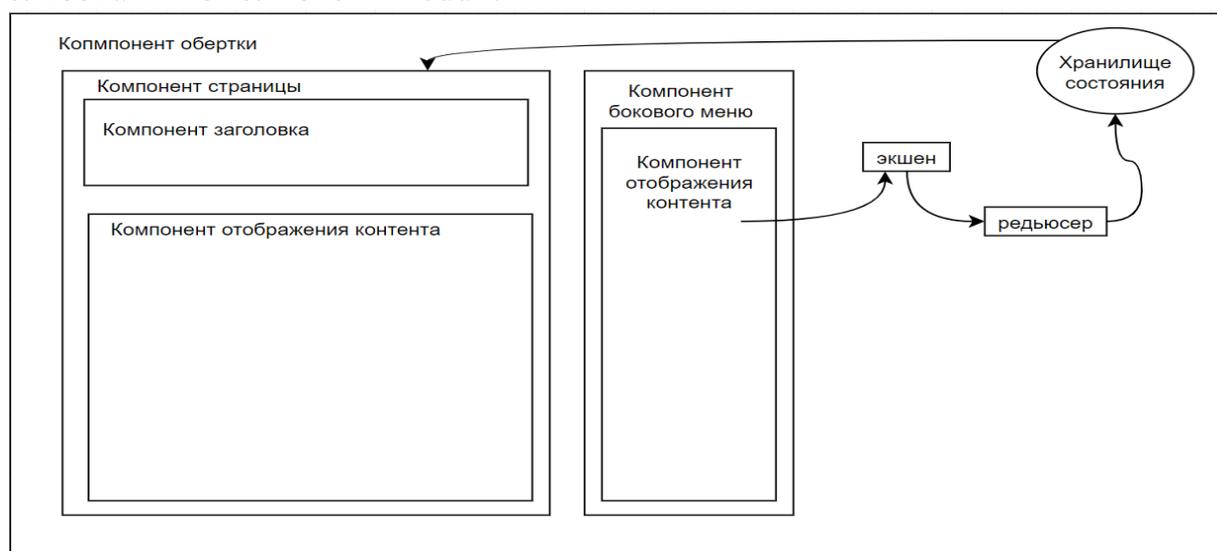


Рис. 2. Движение данных через Store

Из рисунка видно, что компонент отображения контента генерирует экшен, который передается в редьюсер. Последний в свою очередь изменяет данные в хранилище, а все остальные подписанные на хранилище компоненты получают новую версию состояния.

Таким образом, взаимодействие библиотек React и Redux позволяет получить гораздо более мощные возможности по управлению состояниями компонентов.

1. React. – Режим доступа: <http://facebook.github.io/react>
2. Reflux – Режим доступа: <http://github.com/reflux/refluxjs>

## АВТОМАТИЗАЦИЯ КАМЕРЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ПАРОПРОНИЦАЕМОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*М.С. Солдатов, М.С. Абрамов*

*Д.И. Кислицын, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент,*

*А.А. Мольков, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет  
г. Нижний Новгород

В лабораториях кафедры строительных материалов и технологий Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета проводятся испытания различных строительных материалов с целью определения их свойств, в том числе паропроницаемости материалов. Испытания на паропроницаемость проводятся по [1] в камере, обеспечивающей поддержание относительной влажности воздуха 50 % с точностью  $\pm 3$  % и температурой не ниже 23 °С, с системой обеспечения циркуляции воздуха со скоростью от 0,02 до 0,3 м/с, исключающей прямое попадание потока воздуха на образец. Испытания образцов могут длиться до нескольких месяцев, в течение которых лаборант должен один раз в сутки фиксировать показания влажности и температуры внутри камеры, а также раз в 7 дней проводить взвешивание испытательных стеклянных сосудов с исследуемыми образцами. На основе полученных данных по методике, описанной в [1], определяется паропроницаемость.

Данное исследование растянуто во времени и требует регулярного участия лаборанта. Но регулярность измерений может быть нарушена выходными и праздничными днями, болезнью лаборанта и т.п. По заказу кафедры строительных материалов и технологий студентам кафедры информационных систем и технологий была поставлена задача автоматизировать снятие и поддержание температурно-влажностных параметров в камере и разработать программное средство для расчёта коэффициента паропроницаемости исследуемого образца.

Т.к. испытание образца длится много дней и компьютер физически находится за пределами лаборатории, то передачу собранных данных на компьютер в программное средство решили выполнить не напрямую, а через карту памяти. Для решения первой задачи – сбора данных – была выбрана платформа Arduino Nano с микроконтроллером ATmega328 [2].

При включении устройство, используя геркон, считывает состояние двери камеры. Если дверь закрыта, то устройство начинает новый период и далее с помощью датчика DHT22 производит замеры температуры и влажности через определенное (настраиваемое пользователем) время. В связи с большим разбросом характеристик датчика DHT22 полученные значения влажности

корректируются в соответствии с таблицей статических характеристик влажности, полученных с помощью образцового термогигрометра. Далее полученные данные с указанием времени записываются на SD-карту в файл формата csv. Затем читаются собранные на SD-карте данные за период, вычисляются средние значения показателей температуры и влажности и выводятся на двухстрочный ЖК-экран текущие показатели температуры, влажности и их средние значения, а также период и состояние двери. С открытием двери камеры заканчивается период замеров, на экране отображаются последние значения. При закрытии двери начинается новый период замеров.

Настройка максимальной и минимальной температур и влажности выполняется пользователем с помощью двух тактовых кнопок и ЖК-экрана. При снижении температуры внутри камеры ниже  $23\text{ }^{\circ}\text{C}$  включается реле, управляющее подогревом внутри камеры. Разработанная в Fritzing электрическая схема прототипа устройства показана на рисунке.

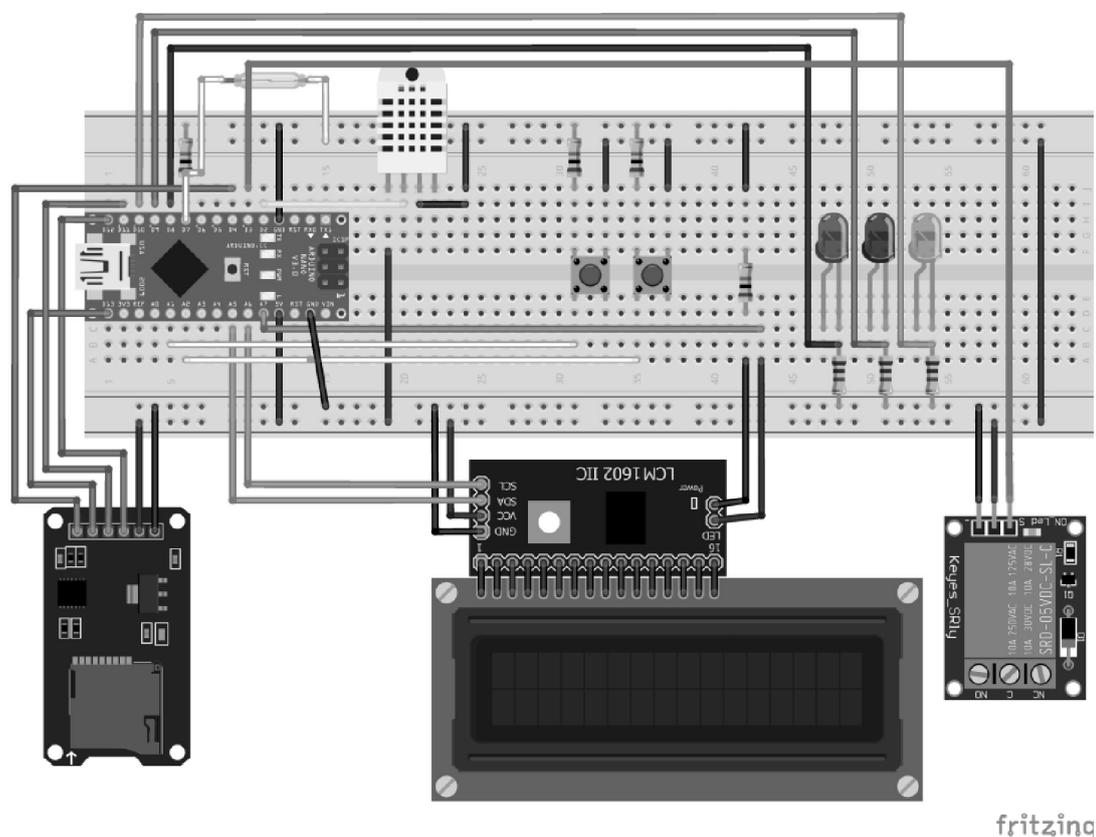


Рис. Электрическая схема прототипа устройства

Собранные на SD-карту в формате csv данные могут быть открыты как в любом текстовом редакторе, так и в MS Excel для их последующей обработки.

Таким образом, на данном этапе был разработан прототип устройства для камеры исследования паропроницаемости и написана программа для микроконтроллера ATmega328.

Следующим этапом будет разработка программного средства, которое, на основе полученного csv-файла с результатами замеров, выполнит расчёт и визуализацию коэффициента паропроницаемости исследуемого образца.

1. ГОСТ 25898-2012 Материалы и изделия строительные. Методы определения паропроницаемости и сопротивления паропроницанию.

2. Arduino Nano [Электронный ресурс]. – [URL:] <http://arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardNano>.

## РАЗРАБОТКА АГРЕГАТОРА ИНТЕРНЕТ-ЗАКАЗОВ

*А.Л. Сорокин*

*Д.В. Кочкин, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

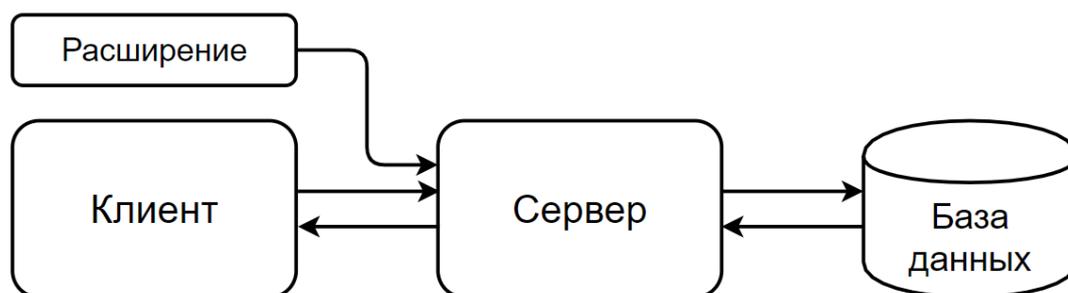
На данный момент современный покупатель все чаще покупает товары в интернет-магазинах из-за удобства, более низких цен и прочих факторов. Количество этих интернет-магазинов довольно велико, при этом некоторые из них глобальные и предоставляют свои услуги покупателям со всего мира (Aliexpress, GearBest или Ebay). Другие же являются локальными и работают только в России, например Ozon, Wildberries, Ситилинк или DNS/Технопоинт. Учитывая такое количество локальных и зарубежных магазинов, при очередной покупке покупатель все время встает перед выбором магазина и довольно часто опирается на предыдущий опыт заказов. В такой ситуации была бы полезна система, которая агрегирует все прошлые и текущие заказы, показывает статистику и дает некоторую аналитику по различным интернет-магазинам.

Эта система будет обладать таким функционалом, как агрегирование интернет-заказов из разных магазинов в одном месте, включающее в себя сохранение информации о названии товара, его цене, датах заказа и получения и многом другом. Для удобства пользования не лишним будут удобные системы группировок, сортировок, поиска заказов. Также будет интересна подробная статистика по стоимости, количеству заказов, срокам доставки и прочим показателям. Главной же полезной функцией станет аналитика используемых интернет-магазинов по таким критериям, как цена, качество товара и срок доставки, составляемая по индивидуальным оценкам пользователей и на базе которой они смогут упростить свой выбор.

Основным элементом системы станет веб-сайт, через который пользователи смогут получить доступ к данным о своих заказах, статистике и аналитике интернет-магазинов.

Вспомогательным элементом системы станет расширение для браузера, которое упростит пользователю добавление заказов в систему. Расширение – это маленькая программа, которая модифицирует и дополняет функциональность браузера [1]. В данном случае она будет открываться на поддерживаемых сайтах интернет-магазинов и сканировать списки заказов с последующим внесением необходимых данных в систему.

Архитектура системы представлена на рисунке и состоит из клиентской части с расширением, серверной части и базы данных.



Серверная составляющая сайта будет написана на языке Java с применением фреймворка Spring Boot, для автоматизации сборки и управления зависимостями будет применен фреймворк Maven.

Клиентская составляющая будет реализована при помощи языка TypeScript – строго типизированного, а потому наиболее устойчивого к ошибкам языка программирования в сфере создания веб-приложений [2]. Основным инструментом для построения пользовательского интерфейса станет фреймворк React.

Для создания расширения потребуются JavaScript с применением Chrome API, а также стандартные HTML и CSS.

Связь между фронтенд и бэкенд частью системы, а также передача данных от расширения будет использовать наиболее подходящий для этих целей формат JSON.

Благодаря всем этим инструментам и будет создана система, позволяющая помочь пользователям при выборе интернет-магазина для очередной покупки.

1. Google Chrome Extensions – Часть 1. Архитектура [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://medium.com/@aleksanderzinewicz/google-chrome-extensions-часть-1-архитектура-fcb0dc0949d4>

2. Что такое TypeScript [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://metanit.com/web/typescript/1.1.php>

**ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ OBDII СИМУЛЯТОРА****Л.К. Стариков**

**А.Н. Сорокин**, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Любое разрабатываемое программное обеспечение (ПО) нуждается в тестировании. Тестирование ПО для взаимодействия с электронным блоком управления (ЭБУ) автомобиля подразумевает, в первую очередь, подключение устройства с тестируемым ПО к ЭБУ автомобиля по схеме, изображенной на рисунке 1.



Рис. 1. Взаимодействие с ЭБУ автомобиля через OBDII

Для подключения к ЭБУ автомобиля используется стандартный диагностический разъем OBDII. Большинство серийных автомобилей, выпущенных после 1996 года, уже оснащены таким разъемом. В нём поддерживаются сразу несколько протоколов различных систем управления двигателем (физически используются разные контакты на разъеме). OBDII адаптер выступает посредником в общении между автомобилем и устройством, на котором установлено тестируемое ПО, позволяя вести общение по различным протоколам стандарта OBDII [1].

При тестировании ПО возникает следующая проблема: либо вести разработку вблизи автомобиля, либо при каждой необходимости тестирования идти к автомобилю.

Решением данной проблемы является использование симуляторов ЭБУ автомобиля. Они представляют собой плату, на которой есть OBD разъем для подключения адаптера, микроконтроллер и несколько регуляторов для управления величинами некоторых выходных значений. Подобные симуляторы стоят недешево и на начальной стадии разработки ПО можно использовать самодельные симуляторы, построенные на микроконтроллере Arduino. Такое решение потребует меньше денежных затрат при сопоставимой функциональности.

Для изготовления симулятора потребуется плата семейства Arduino и Bluetooth-модуль, например, HC-06. Такое устройство заменит автомобиль и OBDII адаптер на рисунке 1. Функциональная модель симулятора представлена на рисунке 2.

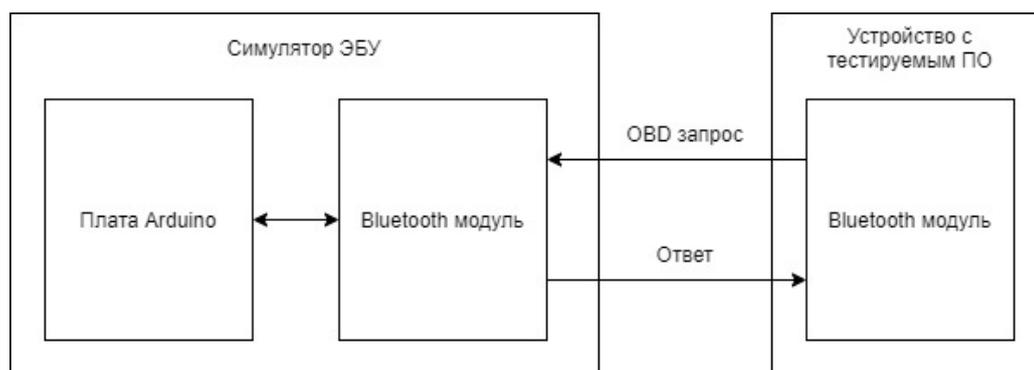


Рис. 2. Функциональная модель симулятора ЭБУ на базе Arduino

При работе с симулятором необходимо сопряжение Bluetooth-модулей симулятора и устройства. Тестируемое ПО посылает запрос с PID к симулятору как к OBD адаптеру и получает ответ в соответствующем формате. PID (Parameter ID) – это код, используемый для запроса диагностической информации. Стандарт SAE J/1979 определяет стандартный список таких кодов. Bluetooth-модуль симулятора принимает запрос и передаёт его на микроконтроллер Arduino, который и выполняет обработку команды. При этом микроконтроллер по определённой стандартной логике разбирает запрос, генерирует в соответствии с ним ответное значение параметра, формирует ответ в соответствии со стандартом и передаёт его обратно через Bluetooth-модуль.

Пример работы симулятора при запросе температуры охлаждающей жидкости (ОЖ):

1. Устройство отправляет служебные запросы инициализации адаптера, на которые симулятор отвечает положительно.

2. Устройство отправляет соответствующий запрос 0105 к симулятору. Здесь 01 – режим запроса, а 05 – идентификатор параметра температуры ОЖ.

3. Симулятор разбирает запрос, понимает, это запрошенный PID и отвечает за температуру ОЖ, а затем генерирует значение температуры, например 80 °С.

4. Далее происходит формирование ответа в соответствии со стандартом SAE J/1979. Минимальное значение температуры ОЖ составляет -40 °С, а максимальное 215 °С. Поэтому в ответе к температуре прибавляется константа 40 и значение переводится в шестнадцатеричную систему счисления.

5. Собирается окончательный ответ. Для 80 °С он будет выглядеть следующим образом: 01 05 41 78 00. Здесь заголовок ответа 01 05 содержит номер режима запроса и номер параметра запроса. Тело ответа 41 78 00 содержит 1 – номер режима, 78 – значение температуры ОЖ.

Используя предложенную методику был разработан OBDII симулятор. Его применение позволило ускорить разработку и тестирование соответствующего ПО.

1. ELM Scanner // Считываемые параметры (PID'ы) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://elm-scanner.ru/obd-2/obd-pids.html>

## СИСТЕМА ТЕКСТОВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМИ НА БАЗЕ СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ

*А.А. Сытова*

*Г.А. Сазонова, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Социальные сети повсюду, и их значимость с каждым годом только растет как для пользователей, так и для самых разных компаний. В мире наблюдается общий тренд на автоматизацию, который также затронет и социальные сети как одну из влиятельных сфер. Работа посвящена вопросам интерактивного автоматизированного взаимодействия, тема является актуальной.

Целью работы является разработка приложения текстового взаимодействия с пользователями типа чат-бот на базе социальной сети для БУ ВО «Электронный регион» с целью снижения нагрузки на администратора и повышения эффективности обратной связи с пользователями.

БУ ВО «Электронный регион» выполняет множество функций, одной из основных является обеспечение функционирования межведомственных информационных систем области, используемых для предоставления государственных и муниципальных услуг.

В ходе выполнения работы был сделан обзор видов и функций чат-ботов и задач, решаемых ими; обзор типов социальных сетей и сервисов для создания чат-ботов [1–2]. Существуют следующие виды чат-ботов: игровые, рекламные, новостные, чат-боты для доставок, магазинов, сервисов, для консультации и поддержки клиентов.

К задачам, решаемым чат-ботами, относят: выполнение повторяющихся задач, поддержка круглосуточной обратной связи с пользователем, продажа товаров и услуг, исключение человеческого фактора.

Разработанный бот является как новостным, так и консультационным. Чат-бот включает в себя несколько возможностей.

Для пользователей доступно: ответы на вопросы по ключевым словам; прохождение теста на знание портала госуслуг; возможность оставить запрос на консультацию администратора группы.

Для администратора доступно: рассылка с возможностью приложить фото; статистика; уведомление, если пользователь оставил запрос на консультацию.

Также чат-бот реагирует на выход из группы пользователя, после чего отправляет ему сообщение. Функциональная структура приложения представлена на рисунке.

При проектировании приложения использован объектно-ориентированный подход.

При реализации работы приложения с социальной сетью выбрана социальная сеть ВКонтакте, так как она занимает первое место в списке популяр-

ных социальных сетей в России, является популярной во всех возрастных группах; а БУ «Электронный регион» имеет сообщество, в котором более 15 тысяч участников, то есть уже имеется целевая аудитория.

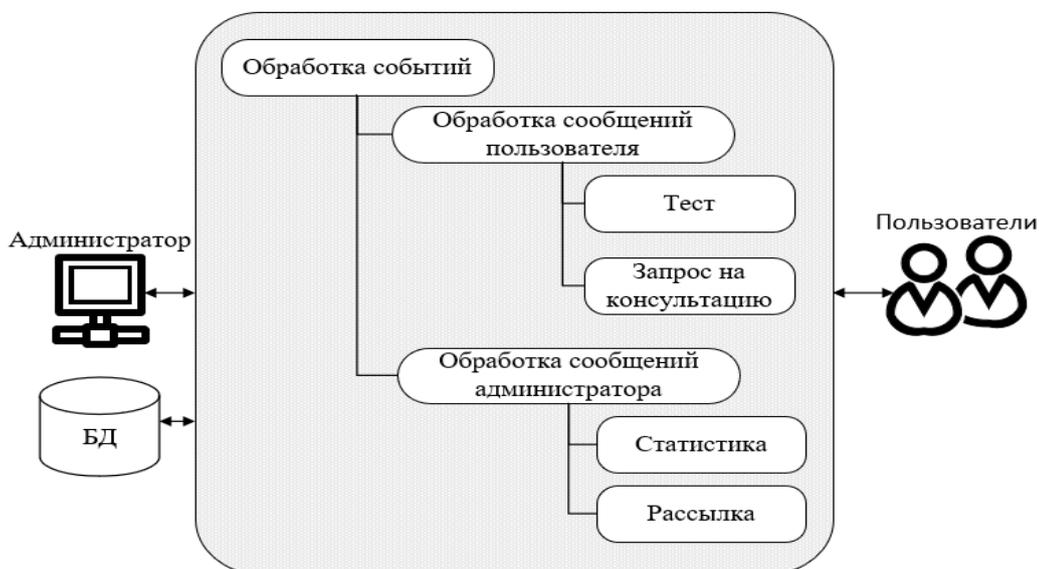


Рис. Функциональная структура приложения

Принцип работы приложения: пользователь отправляет сообщение, которое поступает на сервер социальной сети, далее сервер передает это сообщение боту, бот делает запрос к БД и на основе полученных данных формирует ответ пользователю, сообщение отправляется на сервер, после чего пользователь его получает.

При разработке использовались язык программирования python, библиотека vk\_api, СУБД sqlite.

Была осуществлена связь программы с серверами социальной сети ВКонтакте через программный интерфейс приложения (API) со стороны сервера и библиотеки vk\_api для языка python на стороне бота.

Новизна работы заключается в новом сочетании технологий и средств, используемых для получения результата.

Практическая ценность данной работы заключается в решении нескольких взаимосвязанных проблем: облегчение работы сотрудников, ответственных за сообщество в социальной сети; повышение качества обратной связи с пользователями благодаря оповещению администраторов.

1. Технологичная исследовательская компания Mediascope. Интернет ресурс Mediascope // Mediascope [Электронный ресурс] / Mediascope – Режим доступа: mediascope.net

2. Матвеева, Н. Ю., Золотарюк, А. В. Технологии создания и применения чат-ботов // CyberLeninka [Электронный ресурс] / КиберЛенинка – Москва, [2018] – Режим доступа: cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-sozdaniya-i-primeneniya-chat-botov.

## ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА ДОГОВОРОВ НА ПОСТАВКУ МЕДИЦИНСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ БОЛЬНИЦЫ

*А.А. Филичева*

*С.Ю. Ржеуцкая, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Система учёта договоров предназначена для БУЗ ВО «Вологодская областная клиническая больница».

На каждое закупаемое больницей медицинское средство заключается договор с поставщиком, описывающий условия и порядок поставки. Частью работы бухгалтера больницы является контроль исполнения этих условий, что представляет собой большую ответственность.

Целью данной работы является разработка информационной системы, упрощающей и автоматизирующей существующий процесс в работе сотрудника бухгалтерии.

Вся информация по договорам хранится в программе «Смета», предназначенной для автоматизации основных хозяйственных операций бухгалтерского учета. Она не располагает нужным функционалом для выборки и отслеживания этапов договоров. Сотрудник вынужден тратить много времени на дублирование информации из «Сметы», вычисление дат завершения этапов, поиск нужных договоров и создание напоминаний.

Для учета и ведения договоров существует большое количество программ. Однако все они обладают избыточным функционалом, сложны в освоении и не бесплатны, что для бюджетного учреждения важное требование.

Учетом договоров занимается один сотрудник. Будет достаточным установить программу на его рабочий компьютер. Пользователь взаимодействует с базой данных через приложение [1]. Структурная схема представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Структурная схема

В качестве системы управления базой данных была выбрана свободно-распространяемая встраиваемая SQLite. Она лучше всего подходит при показанной ранее схеме.

Приложение будет реализовано в среде Microsoft Visual Studio с использованием интерфейса Windows Forms и языка C#. Данное решение упрощает

доступ к элементам интерфейса Microsoft Windows и поддерживает работу с SQLite [2]. СУБД подключается в качестве библиотеки.

На рисунке 2 представлена логическая схема базы данных.

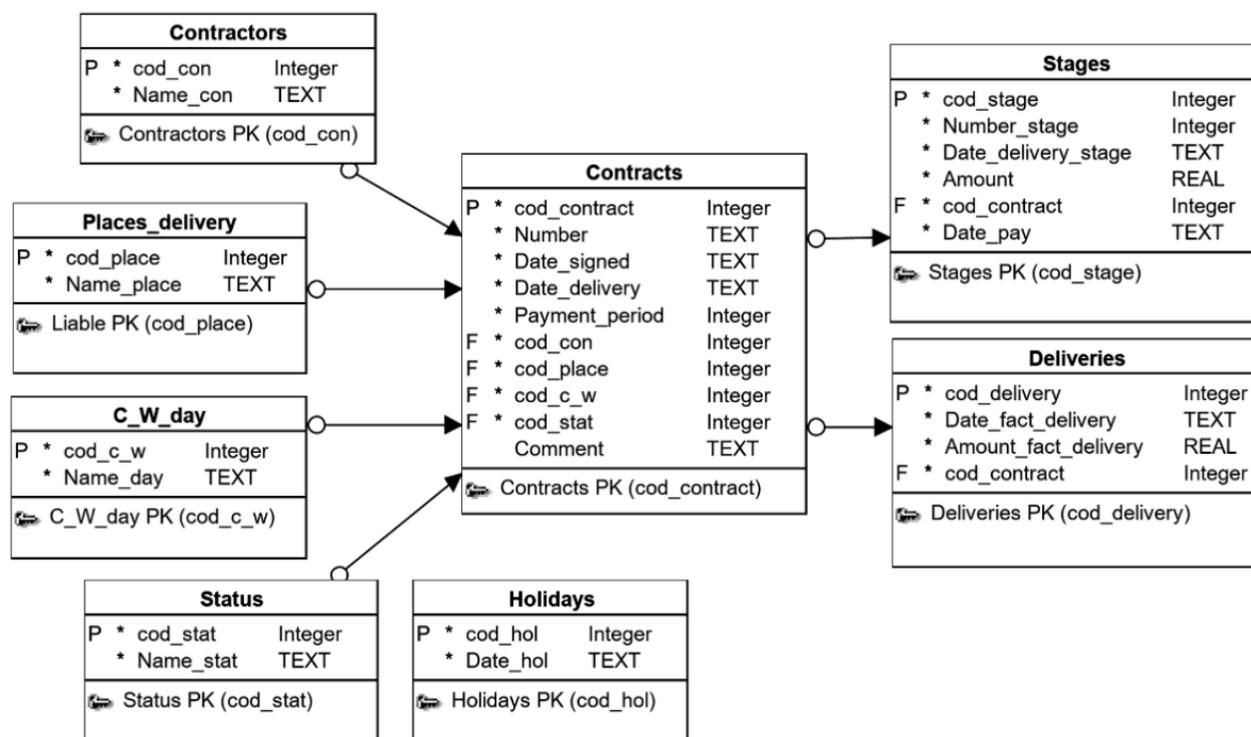


Рис. 2. Схема базы данных

Помимо справочных таблиц можно выделить 3 основные: таблица, содержащая всю информацию по каждому договору, таблица с информацией по каждому этапу договора, таблица с информацией по фактическим поставкам. Позволяет отмечать даты и стоимость произведённых поставок. Здесь необходимо понимать, что на практике может производиться несколько поставок во время одного этапа.

Среди основных преимуществ разрабатываемой информационной системы можно назвать простоту использования, невысокую стоимость и исполнение перечня требований заказчика.

1. Андрианов, И. А. Базы данных. Программирование и администрирование : учебное пособие / И. А. Андрианов, С. Ю. Ржеуцкая. – Вологда : ВоГУ, 2018. – 71 с.

2. Кузин, А. В. Базы данных : учебное пособие для вузов / А. В. Кузин, С. В. Левонисова . – 3-е изд., стер. . – Москва : Academia , 2008 . – 314 с. : ил. . – (Высшее профессиональное образование. Информатика и вычислительная техника)

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА И АНАЛИЗА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

*Д.Ю. Фомичев*

*С.Б. Федотовский, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Метрология – наука об измерениях, а также методах и средствах обеспечения их единства. Организация новых и модернизация существующих производств в любой сфере деятельности, разработка и создание собственных продуктов неразрывно связаны с необходимостью решения вопросов точных измерений, реализация которых зависит от принимаемых решений в области метрологии. Для принятия таких решений на предприятиях создаются метрологические отделы, в задачи которых входят: поверка измерительных приборов, аттестация испытательного оборудования, ремонт средств измерений, а также соблюдение исполнения федерального закона № 102 «Об обеспечении единства измерений» [1].

Тема данного проекта – разработка автоматизированной системы метрологического учета и анализа средств измерений акционерного общества «Вологодская областная энергетическая компания». Актуальность данной работы обусловлена наличием большого количества измерительных приборов, имеющихся на предприятии. Все филиалы, имеющиеся в области, а также сторонние компании привозят свои средства измерения на поверку, и метрологическому отделу необходимо документировать факт поверки приборов и вести смету стоимости их ремонта. Эти задачи в данный момент выполняются вручную в журналах и графиках. Переход на автоматизированную систему позволит свести к минимуму бумажный документооборот, что в свою очередь повысит эффективность работы метрологического отдела.

Целью проекта является создание автоматизированной информационной системы, в которой сотрудники метрологического отдела АО «ВОЭК» будут вести учет поверок приборов, а также рассчитывать стоимость ремонта этих приборов на определенный период. Задачи, поставленные к данной системе следующие: ведение учета поверок и ремонта средств измерений, хранение паспортов этих приборов, хранение нормативно-справочной документации, формирование отчетности.

Предполагается реализовать данную информационную систему на основе базы данных для возможности хранения большого количества информации и удобного доступа к ней. В качестве программной платформы для реализации проекта был выбран программный продукт «1С: предприятие 8.3». Данный продукт имеет удобный интерфейс, возможность редактирования пользователем структуры базы данных с учетом особых требований предприятия, а так-

же имеет низкие системные требования к аппаратной платформе. Создание конфигурации и последующее ее редактирование происходит в режиме «Конфигуратор», а отчеты создаются при помощи инструмента «Консоль отчетов» [2]. С помощью «консоли отчетов» пользователь может изменять отчет под свои нужды, без необходимости обращаться к системному администратору.

В структуру базы данных входят: 6 справочников, документ и 2 вида отчетов. Структура базы данных представлена на рисунке.

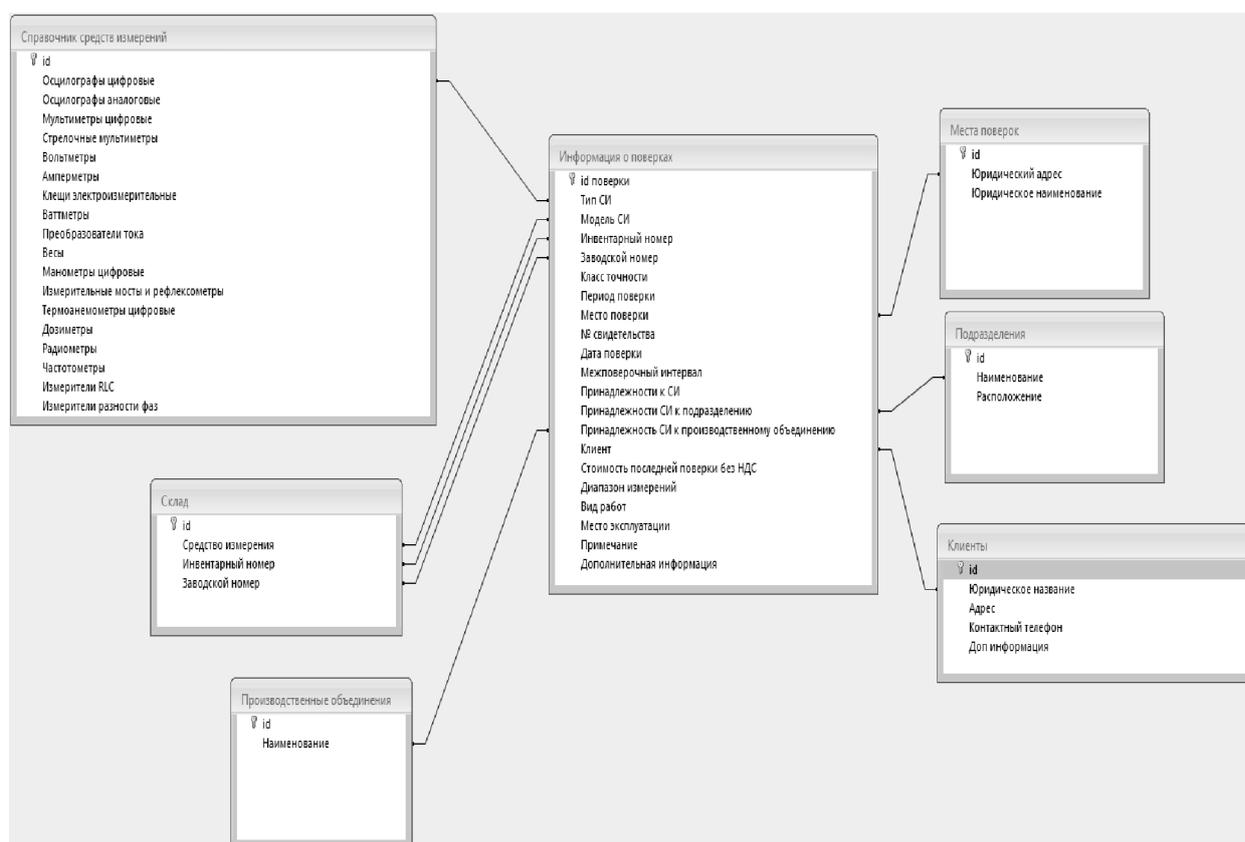


Рис. Структура базы данных разрабатываемой системы

Данная информационная система позволит свести к минимуму бумажный документооборот, что облегчит внесение и поиск необходимой информации о поверках и ремонте приборов. Это в свою очередь повысит эффективность работы метрологического отдела предприятия.

1. Об обеспечении единства измерений: федер. закон от 26.06.2008 № 102-ФЗ // СЗ РФ. – 2012. – 28 с.

2. Гладкий, А. А. 1С:Управление торговлей 8.2 с нуля. Конфигурирование и настройка. 75 уроков для начинающих / А. А. Гладкий. – Санкт-Петербург: БХВ, 2012. – 240 с.

## МОДУЛЬ «ПОСЕЩАЕМОСТЬ» WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ «ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ»

*А.В. Чаевский*

*Н.В. Пацей, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Белорусский государственный технологический университет  
г. Минск

В настоящее время функции старосты учебной группы университета различны. Это учет посещения учебных занятий, заполнение учетных карт, передача заявлений в деканат, информирование об учебном процессе и т.д. Часть из перечисленных выше задач может быть реализована в виде сервисов web-приложения.

Целью данной работы является разработка сервисов веб-приложения «Электронный журнал» для автоматизации выполняемых функций старост учебных групп высшего учебного заведения. Были решены следующие задачи. Выполнен анализ работы старосты и определены процессы для автоматизации. Разработана модель базы данных для обеспечения долговременного хранения, обработки и анализа данных.

Структурно приложение состоит из двух частей: серверной и клиентской. Для реализации серверной части была использована  $N$ -уровневая архитектура. Серверная часть написана на ASP.NET Core 2.2. Для клиентской использовался язык JavaScript с Vue.js. Для уровня пользовательского представления был создан проект ASP.NET Core [1–2]. Контроллеры организованы в стиле REST-архитектуры. В качестве возвращаемого формата данных используется JSON. Для хранения данных в качестве СУБД был выбран SQL Server. Для доступа к данным использовался ORM-инструмент Entity Framework Core.

Функционально веб-приложение выполняет следующие задачи:

- регистрация пользователей с подтверждением по email;
- авторизация в системе и разделение функций в соответствии с ролью пользователя;
- формирование расписания по загружаемому старостой файлу в формате .xlsx;
- заполнение старостами пропущенных студентами занятий;
- рассылка уведомлений студентам на электронную почту информации о количестве пропущенных занятий;
- просмотр расписания занятий;
- анализ пропусков за конкретный временной интервал.

Разработанный модуль «Посещаемость» реализует следующие функции:

- при загрузке расписания из файла преподаватель, ведущий лекции, становится экзаменатором на предмете;

- закрепление преподавателя за конкретным занятием (представлено на рис.);
- заполнение старостой или его заместителем информации о посещаемости занятия;
- блокировка изменений списка присутствующих студентов;
- утверждение преподавателем, который ведёт занятие, заблокированного списка присутствующих студентов;
- уточнение причины пропуска занятия (уважительная или неуважительная);
- просмотр преподавателем посещаемости его занятий и других занятий по предмету, который ведет данный преподаватель.

Рис. Форма для назначения преподавателей на занятие

Были разработаны юнит-тесты для быстрого и автоматического тестирования в процессе разработки отдельных компонентов приложения.

Разработанный модуль является частью веб-приложения «Электронный журнал» внедренного в Белорусском государственном технологическом университете, который сейчас работает в тестовом режиме.

1. Onion-архитектура [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://metanit.com/sharp/mvc5/23.1.php> – Дата доступа: 16.03.2020.

2. Microsoft Developer Network [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://blogs.msdn.microsoft.com/> – Дата доступа: 10.03.2020.

## СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СБЫТОМ ПРОДУКЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕРНЕТ-КАНАЛА

*Д.А. Чуглов*

*Г.А. Сазонова, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В данной работе рассматривается создание автоматизированной системы сбыта готовой продукции для предприятия, занимающегося розничной и оптовой торговлей. Автоматизация деятельности предприятия позволит сократить затраты на издержки, персонал, а также повысить прибыль, охватить больший круг покупателей и увеличить объемы продаж [1–2].

Целью работы является разработка системы по осуществлению Интернет-торговли для предприятия, занимающегося розничной и оптовой продажей товаров.

Функциональная структура системы управления сбытом продукции с использованием Интернет-канала представлена на рисунке.

Разработанная автоматизированная система состоит из нескольких модулей, позволяющих осуществлять продажу товаров с использованием Интернет-канала и вести учет остатков на складе.

Модуль «Авторизация пользователей» отвечает за работу с учетными данными пользователей. Модуль «Вывод основной информации» отвечает за вывод статей Интернет-магазина, содержащих данные о предприятии. Модуль «Обработка заказов» отвечает за выполнение заказов и управление корзиной. Модуль «Работа с каталогами» отвечает за работу с категориями товаров, позволяет выводить товары по запросу пользователя. Модуль «Обработка запросов» отвечает за корректную взаимосвязь между базой данных на веб-сервере и веб-интерфейсом на клиентском устройстве. Модуль «Администрирование» отвечает за непосредственную работу администратора системы с базой данных и модулями, позволяя настраивать и изменять содержимое каждого модуля.

Работа модулей реализована при помощи связки языков PHP+MySQL. В данной системе MySQL используется в качестве основной системы работы с базой данных, содержащей информацию.

При разработке Интернет-магазина была выбрана система управления контентом (CMS) OpenCart. Данная система позволяет добавлять, удалять или изменять модули независимо друг от друга. Кроме этого, OpenCart имеет удобную панель администрирования. Установлены специальные модули для упрощения работы администратора магазина с товарами. Заданы основные категории товаров. Проведена настройка системы для возможности сохранения копий информации. На основе OpenCart и с учетом пользовательского опыта

были разработаны страницы Интернет-магазина: Главная, страница категорий, страница товара, статьи, информация о магазине и другие.

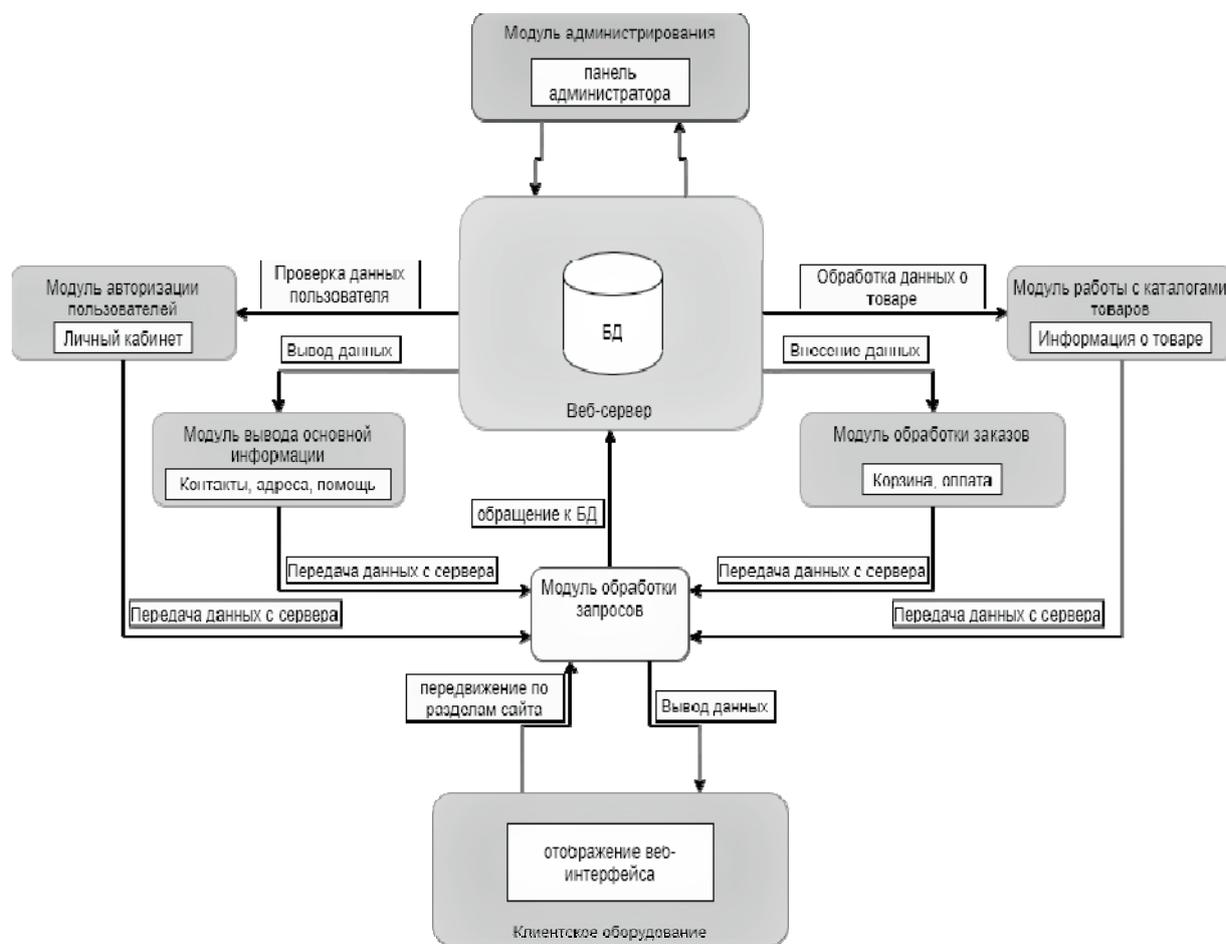


Рис. Функциональная структура системы

При проектировании страницы «Главная» особое внимание было уделено дизайну и расположению элементов на странице. На ней представлены следующие элементы: шапка сайта, логотип, меню сайта, строка поиска, карусель рекламных объявлений, представленные в магазине бренды, рекомендованные товары, выбор категорий и подвал.

На странице «Товар» представлены следующие элементы: фото товара, описание, характеристики, отзывы, внутренняя информация о товаре (артикул, код, цена) и блок оформления заказа.

Были разработаны следующие разделы Интернет-магазина: личный кабинет – содержит информацию о пользователе и его заказах, страница поиска – выводит результаты по запросу пользователя, страница категории – выводит подборку товаров по выбранной пользователем категории.

Система управления сбытом продукции с использованием Интернет-канала разработана для ООО «Непешеход».

1. Прохорова, М. В. Организация работы интернет-магазина / М. В. Прохорова, А. Л. Коданина. – Москва : Дашков и Ко, 2011. – 256 с.
2. Сазонова, Г. А. Автоматизация учета и анализа движения товаров на складе / Г. А. Сазонова, Д. А. Чуглов // Интеллектуально-информационные технологии и интеллектуальный бизнес (ИНФОС-2019): материалы десятой Международной научно-технической конференции. – Вологда : ВоГУ, 2019. – С. 229–233.

## МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТРУДОЕМКОСТИ РАБОТ ПРОГРАММНОГО ПРОЕКТА ДЛЯ PROJECTLIBRE

*Д.А. Чукалова*

*А.М. Полянский*, научный руководитель, канд. техн. наук  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

При создании программного продукта важным элементом является планирование работ. Планирование проекта напрямую связано с трудоемкостью разработки программного обеспечения: разработчику необходимо знать, сколько времени он затратит на конкретный этап разработки. Продукты для управления проектами, как правило, не содержат сервисов для расчёта трудоемкости по современным методикам. Поэтому принято решение разработать программное решение, которое сможет учитывать трудоемкость разработки с разбивкой на пакеты работ [1].

Цель исследования: разработать методику совместного использования программных продуктов для планирования и управления проектами и сервисами расчёта трудоемкости проектных работ и сформулировать требования к программному решению на основе свободного ПО.

Задачи исследования:

- изучить требования стандартов программной инженерии и методик управления проектами к содержанию проектных работ, способам планирования и учёта затрат трудовых ресурсов;
- исследовать возможности популярных программных продуктов управления проектами и средств расчёта трудоемкости работ на предмет их интеграции;
- предложить методику совместного использования средств управления проектами и средств расчёта трудоемкости проектных работ;
- выработать требования к программным средствам интеграции, позволяющим в удобной форме формировать ИСР, задавать параметры и получать результаты расчётов трудоемкости отдельных видов работ.

Объект исследования: стандарты, методики и средства управления проектами и расчёта трудоёмкости работ в программной инженерии.

Предмет исследования: методика построения ИСР и определения их трудоёмкости, требования к системному решению по интеграции программных продуктов управления проектами и расчёта трудоёмкости проектных работ.

Результаты исследования:

В качестве стандартов для разработки программного проекта были выбраны следующие: ISO/IEC/IEEE 12207, ISO/IEC/IEEE 15288-2015, ГОСТ Р ИСО 10006 – 2019.

В качестве среды реализации серверной части была выбрана СУБД MySQL, клиентская часть будет реализована на языке программирования C#, ПО, с которым будет осуществляться интеграция разрабатываемого приложения, – ProjectLibre.

Методика работ предполагает определённую последовательность действий. С помощью создаваемого интеграционного решения руководитель проекта может на основе типового набора видов деятельности и задач, рекомендованных стандартами программной инженерии, составить конкретную ИСР, выбрав необходимый набор компонентов, характерных для конкретного проекта. Чтобы оценить трудоёмкость данного проекта, сначала с помощью сетевого калькулятора трудоёмкости нужно на основе индивидуальных характеристик рассчитать трудоёмкость всего проекта. В дальнейшем, исходя из установленного экспертным путем процентного соотношения, совокупная трудоёмкость превращается в конкретное количество дней/часов, отведенное под определенный пакет работ. Готовая таблица импортируется в ProjectLibre и продолжается работа по планированию проекта: строится диаграмма Ганта с учётом зависимостей между пакетами, а если требуется сокращение сроков – выполняется перерасчёт в калькуляторе трудоёмкости и повторная корректировка оценок каждого пакета в ProjectLibre.

Требования к интеграционному решению:

- интуитивно понятный интерфейс приложения;
- возможность передавать исходные данные с общими характеристиками проекта из системы управления проектом в систему расчета трудоёмкости работ и результаты расчётов в обратном направлении с минимальным количеством «ручных» операций;

- возможность экспорта исходных данных и результатов расчёта в MS Excel;

автоматизированная подготовка файла-шаблона ИСР на основе текстов нормативных документов;

- выполнение корректировки нормативной базы средств расчета трудоёмкости работ, если возможно периодическое обновление баз в системе;

- использование открытых форматов и типов данных при передаче информации.

Новизна решения: предложена методика формирования типовой ИСР проекта на основе текстов стандартов, регламентирующих выполнение проектных работ в программной инженерии, использования веб-калькуляторов трудоемкости проектных работ и распределения общей трудоёмкости по пакетам работ на основе экспертных оценок.

Такой подход может применяться для планирования проектов и в других отраслях, где используются нормативные документы, которые определяют основные виды работ, процессы создания продукта либо методики для расчета трудоемкости данных работ.

1. Чукалова, Д. А., Полянский, А. М. Управление производством программных продуктов: интеграция инструментов планирования: Девятые чарновские чтения. Сборник трудов IX Всероссийской научной конференции по организации производства. – Москва : «Контроллинг и управленческие инновации» МГТУ им. Н.Э. Баумана, НП «Объединение контроллеров», 2020. – С. 127–134.

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПАССАЖИРОПОТОКА АВТОВОКЗАЛА

*Е.А. Шамахова*

*С.Ю. Ржеуцкая, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Автовокзал – это предприятие, оказывающее услуги по перевозке пассажиров. Для составления расписания рейсов и прогнозирования заполняемости автобусов важно предсказывать динамику пассажиропотока в будущих периодах. На основе данных, полученных в предыдущие периоды, необходимо получать прогнозы пассажиропотока на различные рейсы по сезонам (месяцам), по дням недели и часам суток.

Одним из способов прогнозирования является технология нейронных сетей. Нейронные сети – это модели биологических нейронных сетей мозга, в которых нейроны имитируются относительно простыми, часто однотипными, элементами (искусственными нейронами) [1].

Для создания нейронной сети по прогнозированию пассажиропотока необходимо составить ее модель, определить выходные и входные данные. Обычно при прогнозировании временных рядов используются многослойные нейронные сети прямого распространения [2].

Для обучения будут использоваться показания пассажиропотока за предыдущие периоды, полученные из отчетов по продажам билетов на автовокзале в Вологде.

Составим схему нейронной сети для прогнозирования пассажиропотока автовокзала. Схема нейронной сети представлена на рисунке.

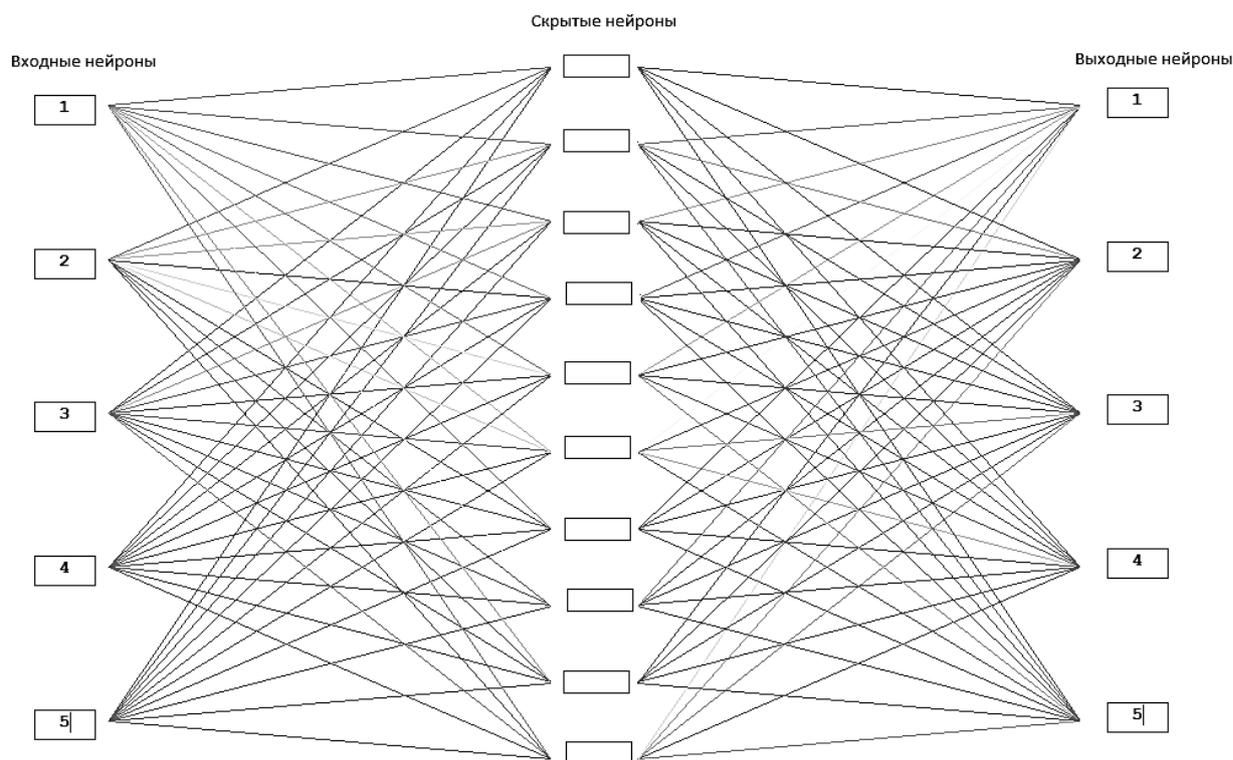


Рис. Схема нейронной сети

На вход нейронной сети поступает информация о дне недели, времени суток (утро, день, вечер, ночь), сезоне (весна, лето, осень, зима), годе, типе дня (выходной, рабочий), а также наличии в регионе режима ЧС или самоизоляции населения в заданный день. На схеме входные нейроны: 1 – сезон, 2 – время суток, 3 – год, 4 – ЧС, 5 – день недели.

На выходе нейронной сети получены дискретные величины, описывающие уровень пассажиропотока при параметрах – 5 дискретных величин, таких как: 1 – очень низкий, 2 – низкий, 3 – средний, 4 – высокий и 5 – очень высокий.

Для обучающей выборки возьмем отчет по пассажиропотоку на маршруте «Вологда – Череповец» № 5400 в период с 1 января 2018 года по 01 апреля 2020 года. Пример обучающей выборки представлен в таблице.

Таблица

**Обучающая выборка**

Сезон	Время суток	Год	ЧС	День недели	Очень низкий	Низкий	Средний	Высокий	Очень высокий
1	10	2018	0	1	0	1	0	0	0
1	18	2018	0	1	0	1	0	0	0
1	16	2018	0	1	0	0	0	1	0
1	19	2018	0	1	0	1	0	0	0
1	12	2018	0	1	0	0	1	0	0

В обучающей выборке 7192 набора данных по пассажиропотоку, состоящих из входных данных: сезон (месяц отправления), время суток (час отправления), год, наличие режима ЧС (0 – нет или 1 – есть), день недели и выходные дискретные величины.

Дискретные величины зададим интервалами от 0 до максимальной вместимости автобуса: очень низкий (0–10), низкий (11–20), средний (21–30), высокий (31–40) и очень высокий (41–53).

Прогнозирование пассажиропотока позволит автовокзалу изменять маршруты и рейсы таким образом, чтобы получить максимальную выгоду и обеспечить удобство пассажирам. Если будет известно примерное количество пассажиров на конкретном рейсе в различные периоды, то можно выпускать на рейс автобусы, пассажироместимость которых будет соответствовать прогнозируемым значениям. А также при необходимости открывать дополнительные рейсы.

1. Лысцов, Н. А., Мартышкин, А. И. Нейронные сети: применение и перспективы // Научное обозрение. Педагогические науки. – 2019. – № 3–2. – С. 35–38.

2. Модели прогнозирования: нейронные сети. Математическое бюро – Режим доступа: <https://www.mbureau.ru/blog/modeli-prognozirovaniya-neuronnye-seti>

## **КЛАССИФИКАЦИЯ ДАННЫХ В ПЛАТФОРМЕ «1С:ПРЕДПРИЯТИЕ»**

*А.А. Шаньгина*

*С.Ю. Ржеуцкая, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

С распространением телекоммуникационных сетей и площади их покрытия, в мире увеличивается и объем доступных данных. Плюсом этого, несомненно, является большая осведомленность людей о каких-либо событиях и открытиях, происходящих в мире. Однако в то же время открывается противоположная сторона – необходимость структурировать и тщательно отбирать поступающую информацию, чтобы она была пригодной для усвоения и переработки.

В бизнес-среде это также необходимо для повышения результативности своей работы. Чем больше запланированный успех руководства компании, тем детальней должна производиться обработка данных.

Анализ данных, в том числе, позволяет увидеть причину и следствие совершенных или несовершенных действий, чтобы определиться со стратегией на будущее.

В настоящее время существует множество методов, которые применяются при datamining: нейронные сети, деревья решений, методы ограниченного

перебора, генетические алгоритмы, эволюционное программирование, кластерные модели, комбинированные методы.

Одной из задач, решаемых с помощью такого анализа данных, является их классификация.

Классификация – упорядоченное по некоторому принципу множество объектов, которые имеют сходные классификационные признаки (одно или несколько свойств), выбранных для определения сходства или различия между этими объектами [1].

Результатом выполнения исследования на соискание степени магистра является разработка классификации клиентов торгующего предприятия. Информационная система данного предприятия, через которую осуществляется работа и управление, базируется на платформе «1С».

Объем данных, которым оперирует организация, за последнее время сильно возрос, поэтому появилась необходимость провести его анализ. Чтобы снизить число задействованных программных средств в работе, было принято решение проводить анализ средствами самой информационной системы. Помимо больших возможностей пользовательского режима системы, она имеет большое число инструментов для разработки.

Выше были перечислены распространенные методы анализа данных. При этом сама платформа имеет также встроенный механизм анализа данных, работающих по нескольким алгоритмам: Общая статистика для предварительного исследования, Поиск ассоциаций для анализа частотности и поиска правил ассоциаций, Поиск последовательностей для поиска цепочек последовательных событий, Кластерный анализ для распределения объектов на группы, Дерево решений для построения иерархической структуры классифицирующих правил [2].

Встроенные инструменты анализа доступны не на всех версиях и не во всех конфигурациях платформы. Также наибольший эффект они имеют при последовательном применении нескольких алгоритмов, при этом рассчитаны на универсальное применение, то есть не позволяют учесть особенности работы и коммуникаций с клиентами на конкретном предприятии.

В нашем случае анализу должна подвергаться информация о частоте взаимодействия с клиентом, приобретаемая номенклатура, приносимая прибыль. Наиболее эффективным способом организации анализа данных для предприятия будет создание внутреннего приложения, в котором будет реализован алгоритм наивного байесовского классификатора, который выбран за точность, простоту реализации, возможность построения 2 и более групп объектов.

Средства платформы для разработчика позволяют осуществить написание собственного алгоритма, успешно его внедрить, не нарушая работу системы и не изменяя саму конфигурацию и существующие в ней объекты.

Таким образом, обоснована необходимость создания классификации данных предприятия, выбор средства и метода разработки.

В дальнейшем будут осуществляться разработка архитектуры системы, выбираются объекты, из которых будет извлекаться информация для анализа и загрузки в классификатор, разработка пользовательского интерфейса и непосредственно реализация алгоритма.

1. Чубукова, И. А. DataMining : учебное пособие / И. А. Чубукова. – 2-е изд., испр. – Москва : Интернет – Ун-т Информ. Технологий : БИНОМ. Лаб. знаний, 2008. – 382 с.

2. Анализ данных и прогнозирование [Электронный ресурс] // 1С: сайт. – Режим доступа: <https://v8.1c.ru/platforma/analiz-dannykh-i-prognozirovanie/>

## РАЗРАБОТКА АДАПТИВНОГО УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ

*Е.В. Шеркунов*

*С.Ю. Ржеуцкая, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Объектом данного исследования является процесс адаптивного обучения. Предмет исследования – алгоритмы адаптивного обучения, в том числе основанные на применении средств искусственного интеллекта. Целью данной работы является повышение эффективности обучения за счет адаптации учебных материалов к индивидуальным особенностям обучающихся.

Практической задачей, которая будет решена в ходе исследования, является разработка дистанционного адаптивного учебного пособия по дисциплине «Базы данных». Данное пособие будет полезно как студентам, которые смогут получить с помощью разработанного сайта новые знания, либо закрепить уже имеющиеся, так и преподавателям, которые смогут следить за работой и успеваемостью студентов. В случае, если знания далеки от хороших, будут даваться дополнительные материалы, которые позволят закрыть огрехи в изучении материала. Помимо всего, сайт будет подстраиваться под каждого пользователя в зависимости от его успеваемости.

Простота и удобство дизайна, а также функционал с элементами искусственного интеллекта, позволит выделиться среди других проектов, а также занять лидирующие позиции в своей нише.

Большинство сайтов, которые помогают студентам в освоении программы, носят статический характер. Чаще всего это текст, который размещён на странице документа. После прочтения данного материала у студента нет возможности проверить свои знания. Все это свидетельствует о том, что данное направление развито не совсем идеально и если в процессе работы, мы преподнесем что-то новое, то оно займет хорошее место в данной предметной области.

В дальнейшем одной из главных задач будет настройка искусственного интеллекта, а также перенос данного сайта на виртуальный хостинг или сервер. Все это обеспечит прирост пользователей, так как данное пособие будет доступно не только студентам вуза, но и всем пользователям, которые имеют выход в интернет.

На данном этапе разработки адаптивного учебного пособия, мною создан дизайн сайта и схема базы данных, а также реализованы возможность регистрации и авторизации пользователя, возможность пользователя проверить свои знания путем решения теста по представленному материалу. Реализовав работу личного кабинета и тестов по представленному материалу, мы по аналогии сможем добавить и другие пункты к данному учебному пособию. После завершения этой части, большое внимание будет уделяться обучению искусственного интеллекта с целью более гибкой адаптации учебного материала к индивидуальным особенностям обучающихся.

Сайт создается при помощи таких языков программирования, как php, css, html, js. Вся основная информация, начиная с регистрации и заканчивая учебным материалом, хранится в базе данных под управлением СУБД MySQL на локальном сервере хатрр.

Схема базы данных представлена на рисунке.

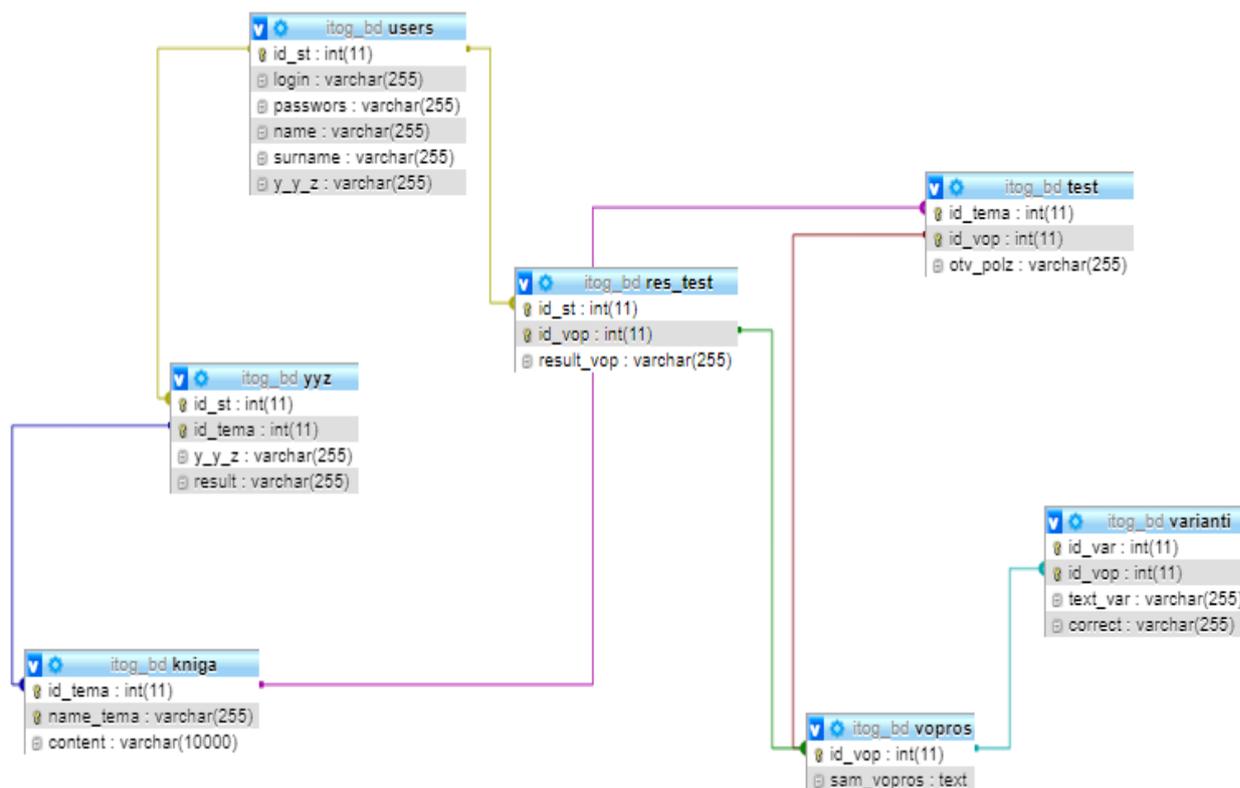


Рис. Схема базы данных

Разработанное адаптивное учебное пособие найдёт применение при обучении дисциплинам «Базы данных» и «Управление данными» студентов ИТ-направлений. Результаты, полученные в ходе исследования, можно будет применить и при разработке других адаптивных учебных материалов.

1. Андрианов, И. А., Ржеуцкая, С. Ю. Базы данных. Программирование и администрирование: учебное пособие. – Вологда : ВоГУ, 2018. – 71 с.

2. Веб-программирование [Электронный ресурс]: информационный портал – Режим доступа – <http://web-grafika.pro/>

## ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ПРИ ВНЕДРЕНИИ РЕШЕНИЙ АВТОМАТИЗАЦИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

*М.С. Шляхто*

*А.В. Машкин, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Прикладная задача построения управления приводами экзоскелетов встречается во многих областях деятельности человека, например в робототехнике, на транспорте, в медицине. Как правило, в экзоскелетах для обеспечения движения по каждой степени подвижности используется отдельный управляемый электропривод. Экзоскелет можно рассматривать как многозвенную механическую систему, приводимую в действие определенным типом привода.

Целью данной работы является разработка интеллектуальных алгоритмов управления электроприводами экзоскелета. Кинематические характеристики процесса ходьбы зависят от конкретного человека, однако в нашем случае примем максимальные углы, периоды времени и линейное отклонение такими: размер шага в среднем принимается за 66 см, при спокойной ходьбе, продолжительность его 0,6 сек.; угол тазобедренного сустава: 260–300; угол коленного сустава в опорный период шага: 120–150 ; угол коленного сустава в переносный период: 550–620; отклонение центра тяжести (ЦТ) во время ходьбы от вертикальной оси – до 5 см.; максимальное отклонение туловища во время ходьбы: 120–180.

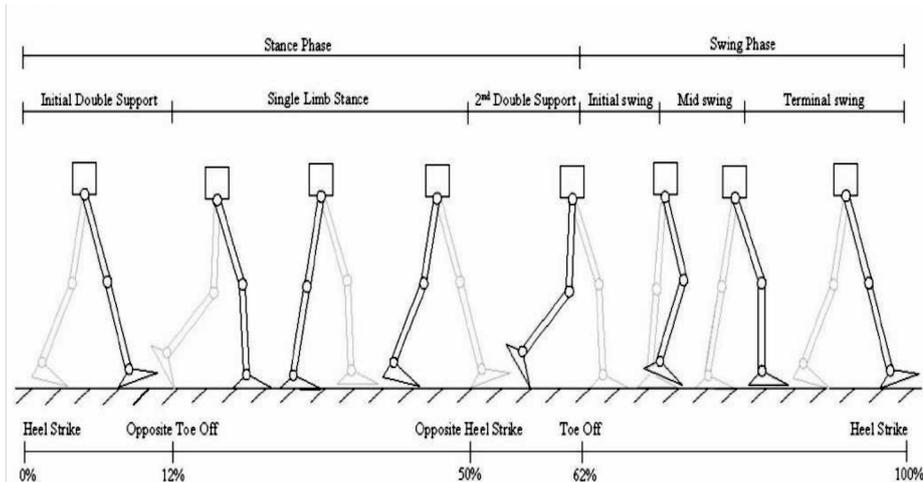


Рис. 1. Полный цикл человеческой походки

Когда человек идет или бежит по земле, на его тело действуют аэродинамические силы и силы реакции опоры. Аэродинамические силы вычисляются примерно пропорционально площади тела и квадрату скорости движения. Но при спокойной ходьбе ими можно пренебречь. Представим математическое описание робототехнического объекта в общем виде:

$$\begin{cases} x = f(q^M) \\ q^M = A_M(Q_D, Q_B), \\ Q_D = A_\Pi(U_\Pi) \end{cases}$$

где  $A_M$  и  $A_\Pi$  – операторы механической системы и системы электроприводов, а  $U_\Pi$  – вектор управляющих воздействий на входе электроприводов [1].

Данные по ходьбе могут несколько отличаться для разных людей и состояний, но их качественный характер остается таким же. Из данных по походке можно увидеть, что, в частности, при низких скоростях мощность на бедре положительна или близка к нулю, сила на колене преимущественно отрицательной (рассеивает мощность), а сила на лодыжке равномерно распределена между положительными и отрицательными значениями (рис. 2).

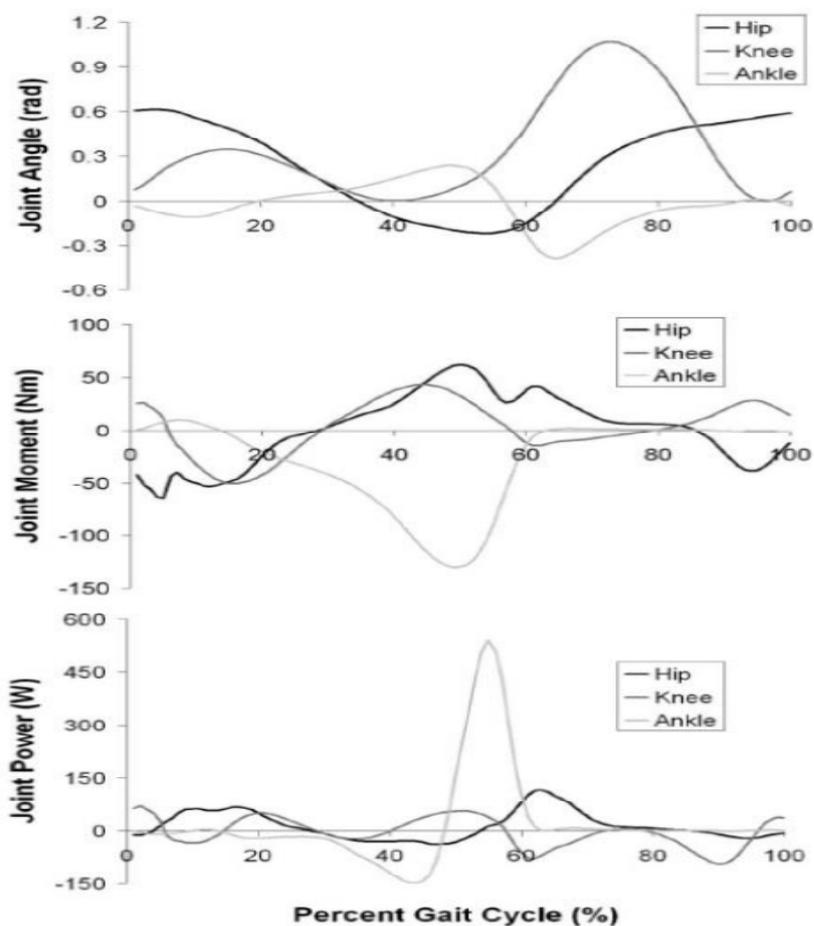


Рис. 2. Углы, моменты и сила суставов ног во время сгибания/разгибания

На основе анализа биомеханики ходьбы представлен подход к построению кинематической а также динамической модели движения экзоскелета. Полученные по средствам моделирования значения сил реакции опоры при движении экзоскелета несколько отличаются от имеющихся экспериментально полученных результатов для ходьбы человека, что объясняется особенностью работы мышц человека во время движения. Но эти отличия несущественны для формирования программного движения пятистепенного экзоскелета. Разработанные кинематическая и динамическая модели движения экзоскелета позволяют сформировать желаемое движение и разработать систему управления электроприводами предполагаемого устройства для обеспечения требуемых динамических характеристик процесса передвижения оператора.

1. Шляхто, М. С. Разработка математической модели движения экзоскелета, управляемого электроприводом, Материалы Международной научной конференции, Молодые исследователи – регионам. – 2018. – С. 109–112.

2. Patil T. A., Modeling and control of joint angles of a biped robot leg using PID controllers. // IEEE Int.Con.on.Engineering and Technology (ICETECH). 20th. – 2015, Coimbatore, India. – P. 320–326.

## **РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ В КОМПЬЮТЕРНОЙ ШКОЛЕ**

*А.В. Шуванова*

*С.Ю. Ржеуцкая, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

В современном мире активно вводятся компьютерные системы автоматизации процессов во многих областях. Некоторые программы, например, значительно активизируют процессы внедрения новых решений, а также повышают производительность труда по сравнению с классическими, «бумажными», подходами к выполнению некоторых задач. Такие системы получили название автоматизированных информационных систем (АИС).

Целью работы является разработка системы, упрощающей процесс составления расписания занятий в компьютерной школе «Энергетик».

В качестве существующего аналога была рассмотрена программа «1С:Автоматизированное составление расписания. Школа». Программа является платной, содержит избыточный функционал и достаточно сложна в освоении, что не подходит для задач данного учреждения.

На рисунке 1 представлена диаграмма вариантов использования программы.

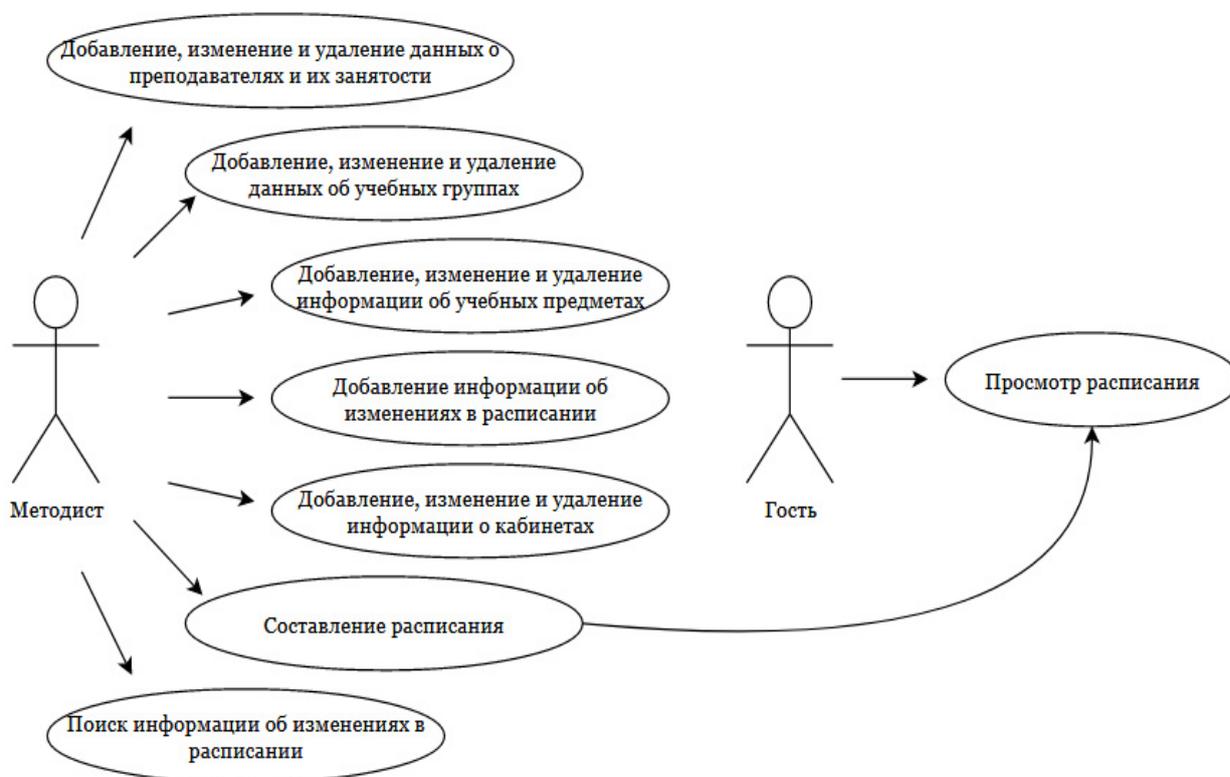


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования программы

Как видно, к разрабатываемой системе будет осуществляться многопользовательский доступ, при этом методист будет иметь возможность заходить на страницу авторизованным пользователем, в то время как ученики или их родители только в качестве гостей.

В качестве используемой архитектуры была выбрана веб-архитектура. Сервер будет включать спроектированную базу данных, выбранную СУБД и модули на PHP. Связь клиентов с сервером будет осуществляться с помощью сети Интернет [2].

В качестве языка разработки веб-приложения был выбран широко применяемый язык PHP. Немаловажным фактором является наличие в свободном доступе большого объема информации о работе с этим языком. А в качестве СУБД была выбрана свободная реляционная СУБД с моделью клиент-сервер MySQL [1]. Также при выборе данных средств была отмечена хорошая работа PHP и MySQL в связке.

Логическая схема базы данных представлена на рисунке 2.

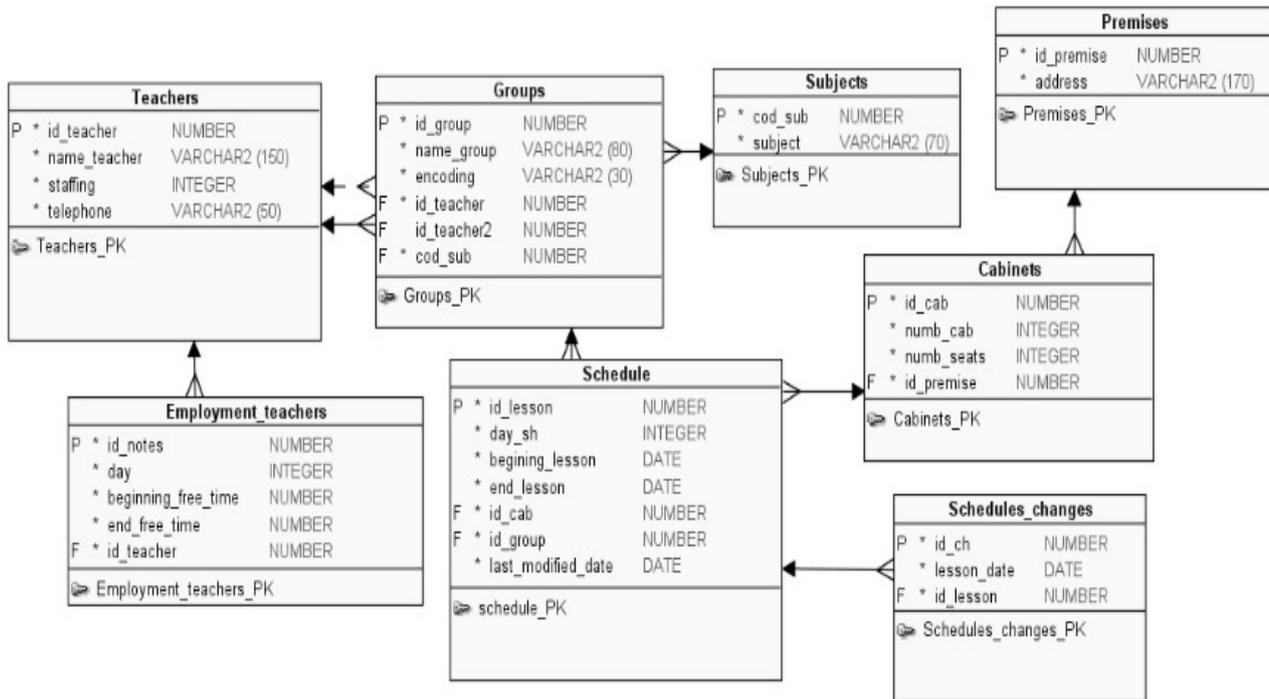


Рис. 2. Схема проектируемой базы данных

Сначала заполняются справочные таблицы, например кабинеты, группы и преподаватели. Затем будет заполняться таблица с непосредственным расписанием, а на случай каких-либо перемен в основном расписании будет заполняться таблица изменений.

Основными преимуществами разрабатываемой информационной системы будет являться невысокая стоимость и достаточная простота в использовании, а также учет всех требований заказчика, то есть, система будет ориентирована на сформированный список задач.

1. Андрианов, И. А. Базы данных. Программирование и администрирование : учебное пособие / И. А. Андрианов, С. Ю. Ржеуцкая. – Вологда : ВоГУ, 2018. – 71 с.

2. Кузин, А. В. Базы данных : учебное пособие для вузов / А. В. Кузин, С. В. Левонисова. – 3-е изд., стер. . – Москва : Academia , 2008. – 314 с. : ил. . – (Высшее профессиональное образование. Информатика и вычислительная техника)

## ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ УРОКА ТЕХНОЛОГИИ НА БАЗЕ ЦЕНТРА ДНК В ВОГУ

*Е.О. Биловол*

*Е.Б. Якимова, научный руководитель, канд. пед. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

В 2019 году на базе Вологодского государственного университета (ВоГУ) открылся Дом научной коллаборации (ДНК) имени С.В. Ильюшина. Центр реализует ряд проектов и курсов: «Введение в биотехнологию», «Занимательная физиология», «Практическая микробиология», «Удивительный мир в капле воды», «Геномная инженерия», «Клеточная инженерия» «Искусственный интеллект», «Робототехника и умная электроника», «Дополненная и виртуальная реальность». Также в рамках работы центра ведется предмет «Технология» (направление «Информационные технологии») в соответствии с новым стандартом ФГОС.

В рамках урока технологии учащиеся знакомятся с основами работы современных «умных» устройств, их программированием и способами обработки данных, принятия решений. Формируются такие компетенции, как проектирование и сборка устройства; умение читать электрические схемы, работать с датчиками для выполнения учебных задач; умение анализировать полученное устройство по принципиальной схеме, по признакам работы и сигналам на дисплее (мониторе порта). Данные навыки позволяют сформировать soft-компетенции в области «умной» электроники.

Вследствие чего использование платформ (в различных конструкторах) в образовательном процессе позволяет реализовать межпредметные связи, осуществлять профориентационную направленность в области инженерной подготовки обучающихся с использованием актуального языка программирования.

Весь курс состоит из трех модулей, которые базируются на предметных областях физики, информатики и технологии. Объем распределения материала представлен в таблице.

Таблица

Предмет / Модуль	1	2	3
Физика	40 %	20 %	20 %
Информатика	40 %	20 %	10 %
Технология	20 %	60 %	70 %

Основным техническим средством обучения является конструктор «ЭВОЛЬВЕКТОР» (уровень 2) с прилагаемыми датчиками и платами расширения АМПЕРКИ: влажности и температуры, давления, шума. Обучающиеся

изучают каждый модуль, применяя теорию и следствия законов физики и информатики. У данного комплекта есть ряд достоинств в отличие от известной Arduino, заключающиеся в широком применении на занятиях – от построения простых устройств (например, светофор) до роботизированных платформ. К недостаткам можно отнести сложность подключения бездрайверного дисплея из-за количества контактов, что нагружает электрическую схему.

В процессе прохождения модуля учащимся предлагаются кейсы. Так, кейс ко второй теме – планирование работы устройства. Цель – сформировать у учащихся представления об основных датчиках роботов, принципах их работы и сборки; умения программировать отдельные датчики и элементы, проверять работоспособность в соответствии с заявленными техническими требованиями, а также сравнивать с эталоном.

После приводится минимальное описание работы датчика, его устройство, схема и способы подключения. Возможны различные применения датчика в известных устройствах: строительный дальномер или ультразвуковая трость.

Дополнительное оборудование: программы на телефоне, активирующие датчики, которые можно использовать как эталон (например, Smart tools); измерительная лента. Вопросы кейса: что такое глаза робота как работает дальномер; какие алгоритмы используются для управления роботом с использованием датчика расстояния; как диагностировать работу датчика?

Одним из состязаний проверки данных умений является проектная конференция учащихся в конце года и образовательное мероприятие «Хакатон», которое успешно прошло в вузе [1].

Подобная деятельность требует от преподавателя постоянного совершенствования своих навыков, поэтому существуют различные курсы повышения квалификации, один из них – «Как стать наставником проектов» от Академии наставников, хранится в личном профиле Leader-ID.

Занятия строятся по технологической карте, что показано автором статьи в работе [2]. Таким образом, в центре ДНК создана техническая среда с методическим сопровождением для освоения базовых навыков современной профессии в области электроники и «умных» устройств. Учащиеся проходят путь от знакомства с датчиками и основ физики, информатики до создания собственного проекта за полгода.

1. Вологодские школьники изобретали на хакатоне Центра ДНК технологии будущего: [сайт]. – Вологда, 2019 – . URL: <https://auditoriya.vogu35.ru/2020/02/06/вологодские-школьники-изобретали-на/> (дата обращения: 06.04.2020). – Текст. Изображение: электронные.

2. Биловол, Е. О., Халвицкая, О. Л. Реализация профильной подготовки классов с использованием платформы Arduino // Современные проблемы науки и образования. – 2018. – № 2. – С. 1–8.

## ИНТЕРАКТИВНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ИНФОРМАТИКЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ УЧАЩИХСЯ ОСНОВНОЙ ШКОЛЫ

*Ю.Н. Бушманова*

*О.Б. Голубев, научный руководитель, канд. пед. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Современное общество невозможно представить без применения информационных и коммуникационных технологий, то есть происходит полная информатизация общества. Этот процесс затрагивает все сферы науки, производства и образования на всех его ступенях. В условиях информатизации образования особую роль играет умение учащихся самостоятельно получать знания, выполнять различные виды самостоятельной деятельности по сбору, обработке и передаче учебной информации.

Актуальность данной темы заключается в том, что информационная грамотность все больше определяет уровень образованности школьников.

Целью данного исследования является разработка интерактивных заданий по информатике для самостоятельной работы учащихся.

Задачи исследования:

– Дать общее представление о понятии самостоятельной работы и интерактивных заданиях.

– Проанализировать доступные платформы для создания интерактивных заданий.

– Разработать интерактивные задания по информатике.

Одним из легких и проверенных практикой методов повышения продуктивности урока, активизации школьников на уроках является организация самостоятельной учебной работы. Она занимает особую роль при проведении урока, потому что ученик начинает эффективно приобретать знания только в процессе личной самостоятельной учебной деятельности. Таким образом, под самостоятельной работой обычно понимают любую организованную учителем активную деятельность учащихся, которая направлена на выполнение поставленной педагогической цели в специально отведенное для этого время, то есть происходит поиск знаний, их осмысление, закрепление, обобщение и систематизация знаний.

Существует огромное количество форм организации самостоятельной работы, одной из которых является разработка и выполнение различных типов интерактивных заданий. Интерактивные задания предполагают какую-то деятельность на определенную тему непосредственно с объектами на экране, а именно перетаскивание, кликавание, расстановку и так далее по заданным параметрам задания. Данный вид заданий позволяет в разных формах представить

изучаемый материал. В них присутствует обратная связь, то есть ученик, выполняя задание, может увидеть решение задания, правильность его выполнения, а также может сбросить результат и заново начать выполнение того или иного задания. Интерактивные задания имеют интуитивно понятный интерфейс, поддерживают возможность многократного выполнения, поддерживают обратную консультирующую связь и многое другое.

Существует множество онлайн-сервисов для разработки интерактивных заданий. Проанализировав их, для разработки интерактивных заданий я выбрала LearningApps. Данный сервис позволяет разрабатывать задания как по готовым шаблонам, так и создавать свои. Интерфейс сервиса понятен и очень прост в усвоении, поэтому особых трудностей при выполнении заданий не вызывает.

В ходе написания данной работы мною были разработаны интерактивные задания для учащихся седьмого класса на основе содержания учебника Л.Л. Босова «Информатика».

Каждый учитель информатики использует в своей работе мультимедийные пособия, создает свои презентации, а также разрабатывает самостоятельные работы для своих уроков. Использование ИКТ позволяет разнообразить традиционные учебные предметы, оптимизирует процессы понимания и запоминания учебного материала, а главное – поднимает на более высокий уровень интерес детей к учебе. В большинстве случаев такое дополнение оказывается более эффективным, помогает в сочетании различных средств обучения, что способствует более глубокому и осознанному усвоению изучаемого материала, насыщает урок информацией, способствует к привлечению познавательного интереса к учебе. Поэтому именно использование современных информационных технологий позволяет сделать урок более увлекательным, интересным для учащихся и современным.

1. Голубев, О. Б., Никифоров, О. Ю. Использование «облачных» сервисов при обучении информатике В сборнике: Системные стратегии: наука, образование, информационные технологии / Сборник научных статей. Вологодский государственный педагогический университет. – 2013. – С. 44–47.

2. Голубев, О. Б. Интернет-проект в интегрированном курсе «Математика и информатика» для студентов гуманитарных профилей / Вестник Костромского государственного университета им. Н.А. Некрасова. – 2008. – Т. 14. – № 3. – С. 271–274.

## МЕТОДИКА ЗАКРЕПЛЕНИЯ ИЗУЧЕННОГО МАТЕРИАЛА ПО ТЕМАМ ШКОЛЬНОГО КУРСА ИНФОРМАТИКИ С ПОМОЩЬЮ РАЗРАБОТКИ ЗАДАНИЙ ОБУЧАЮЩИМИСЯ

*В.С. Дерягина*

*Ю.А. Горохова, научный руководитель, канд. пед. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

На сегодняшний день существует много проблем, связанных с повышением эффективности процесса обучения. Все возрастающий поток информации в настоящее время требует внедрения таких методов обучения, которые позволяют за достаточно короткий срок передавать довольно большой объем знаний, а также обеспечивать высокий уровень овладения обучающимися изучаемого материала и закрепления его на практике.

Современный этап развития системы образования характеризуют существенные изменения, которые связаны с модернизацией образования и внедрением новых федеральных образовательных стандартов. В настоящее время происходит осознание того, что образовательной ценностью является деятельность обучающихся. Закрепление знаний, умений и навыков – неотъемлемый компонент учебно-воспитательного процесса в школе.

Целью нашего исследования является закрепление знаний учащихся, путем самостоятельной разработки заданий по изученной теме с помощью сервиса LearningApps. В соответствии с целью были поставлены следующие задачи:

1. Ознакомиться с методикой, формами и методами закрепления материала, местом в учебном процессе.
2. Знакомство с возможностями сервиса LearningApps..
3. Разработка методики закрепления материала посредством самостоятельного создания заданий обучающимися.

Закрепление изученного материала на уроках может достигаться путем повторения или выполнения практических заданий с использованием изученного материала. Для закрепления может использоваться повторение, когда сам преподаватель несколько раз преподносит в различных формах какую-либо мысль. Эффективность этого, как правило, невелика, поскольку учащиеся не включены в эту деятельность и остаются пассивными.

Различают следующие методы закрепления нового материала на уроке:

- беседа;
- работа с учебником;
- практическая работа;
- лабораторная работа.

В процессе исследования данной темы рассматривались возможности использования сервиса LearningApps для проведения уроков по закреплению знаний обучающихся. Был проведён урок закрепления знаний по теме «Персональный компьютер и его устройство», который был построен при помощи данного сервиса. Главными задачами данного урока были: закрепление теоретических и практических знаний, проверка знаний; активизация познавательной деятельности обучающихся.

Перед учащимися стояла задача разработать различные упражнения по изученной теме. Ребята справились с данной задачей и быстро поняли, как работать с сервисом, и с интересом создали по несколько заданий различных видов. Были придуманы следующие задания: викторина, кроссворд и «заполни пропуски» (рис.).

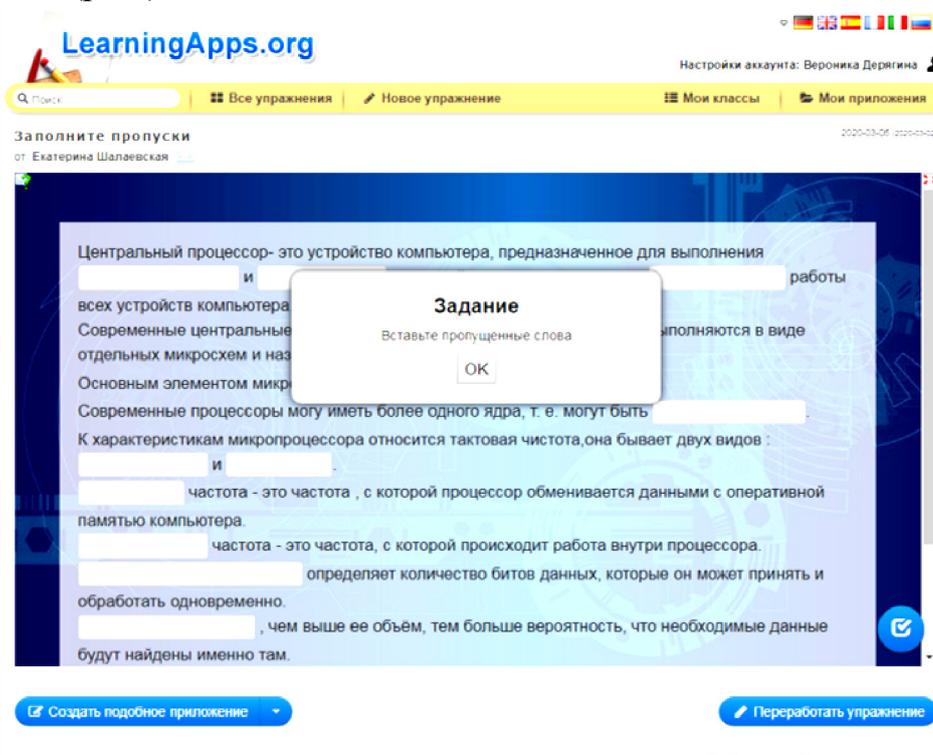


Рис. Задание типа «заполни пропуски»

Затем учащимся было предложено решить несколько заданий, созданных их товарищами.

Таким образом, для того чтобы разработать задания, учащиеся должны были повторить материал, придумать вопросы по изученной теме и найти ответы на них, проявить творческие способности при оформлении материалов. С другой стороны, выполняя задания, они опять же закрепляли пройденный материал в интересной необычной форме.

Работа по созданию и решению упражнений была оценена преподавателем.

Исходя из результатов данного урока, можно сделать вывод, что использование сервиса LearningApps, способствует закреплению теоретических знаний и повышает мотивацию и познавательную активность.

## РАЗРАБОТКА ИНТЕРАКТИВНОГО УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ПОСОБИЯ ПО ЯЗЫКУ C++

**П.В. Егоров**

**И.А. Андрианов**, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В настоящее время наблюдается высокий темп развития и расширения IT-индустрии, в том числе с проникновением во многие другие отрасли. В связи с этим растёт потребность в высококвалифицированных кадрах. Однако в процессе их подготовки и обучения возникает ряд проблем, в том числе связанных с возрастающей нагрузкой на преподавателей.

В данных тезисах рассматривается разработка интерактивного учебно-методического пособия, направленного на автоматизацию процесса обучения программированию на языке C++. Одна из целей разработки состоит в том, чтобы облегчить труд преподавателей, в том числе предоставить им возможность организовать обучение в дистанционной форме без затраты больших усилий. Вторая немаловажная цель – дать возможность обучающимся изучать материал в своём собственном темпе, зависящем от особенностей их восприятия и текущего уровня компетенций.

После завершения работы данная обучающая система станет составной частью комплекса электронных обучающих ресурсов кафедры [1]. В дальнейшем описанный подход к разработке будет возможно обобщить, в том числе добавив в систему поддержку других языков программирования.

Использование разработки в учебном процессе позволяет устранить (или, по крайней мере, уменьшить) ряд недостатков, присущих таким традиционным методам обучения, как лекции и чтение учебной литературы. К недостаткам обычных лекций можно отнести большое время между изучением нового материала и его практическим применением (за которое часть лекции просто забывается), а также зачастую неудобный для обучающихся темп. Большой минус изучения материала по книгам – отсутствие внешнего контроля за выполнением предложенных авторами задач, что может привести к ложному чувству понимания темы.

При этом применение нашего интерактивного учебно-методического пособия предоставляет возможность для интеграции процессов изучения материала и его практического закрепления. Крупные темы логичным образом дробятся на более мелкие «уроки». Каждый урок представляет собой веб-страницу, на которой располагаются одновременно теоретический и практический материал.

Важной особенностью разработки является порядок, в котором ученику предлагается осваивать предлагаемый материал, а также формат его представления. По каждой теме сначала идёт относительно небольшой блок текста,

объясняющий новое понятие, либо расширяющий или дополняющий старое. Далее следует текст задания по данному материалу, после чего располагается встроенный редактор кода, в котором предлагается набрать решение на языке C++. При этом система включает в себя задачи разной сложности – от простейших до «олимпиадных», что позволяет её использовать для обучающихся с самым разным уровнем знаний и умений.

Интересно отметить, что при разработке наиболее сложных заданий (для дополнительного решения) были использованы даже результаты ведущейся на кафедре научно-исследовательской работы, например материалы статьи по обработке текстовых данных.

Перейдём к описанию технической части разработки. Система организована по классической трёхуровневой веб-архитектуре. В качестве СУБД используется PostgreSQL. Данная СУБД известна своей надёжностью и производительностью, имеет хорошую совместимость со стандартом SQL, удовлетворяет требованиям ACID и применяется во многих крупных IT-проектах.

Веб-страницы создаются с помощью технологий HTML5, CSS, JavaScript. Для разработки интерфейса применяется фреймворк Bootstrap. Для создания интерактивных элементов – редакторов кода используется библиотека CodeMirror. Данная библиотека позволяет гибко настраивать подсветку синтаксиса, делать авто-отступы и даже имеет интерфейс для написания плагинов.

В качестве серверной операционной системы выбрана система семейства GNU/Linux. Для изоляции исполняемого кода используется песочница FireJail. Данный выбор связан с её высокой ресурсной эффективностью по сравнению с «полноценными» виртуальными машинами. FireJail использует механизм ядра Linux под названием namespaces для изоляции и виртуализации ресурсов хост-системы и запускаемых программ. Кроме того, FireJail позволяет следить за потреблением оперативной памяти запускаемым приложением, а также за временем его исполнения. Это позволит сократить время разработки и отладки тестирующей части серверного приложения.

Серверное приложение написано на языке Java с применением фреймворка Spring. Особенностью данного фреймворка является использование принципа инверсии управления (Inversion of Control) и концепции Model-View-Controller. Серверное приложение обрабатывает поступившие решения учеников, компилирует и запускает их с применением заранее заданного и хранимого в базе набора тестов. Полнота и корректность тестирования зависят не только от правильной реализации проверяющего компонента, но и от полноты тестового набора.

1. Андрианов, И. А. Комплекс электронных ресурсов для поддержки учебного процесса на выпускающей кафедре / И. А. Андрианов, С. Ю. Ржеуцкая, Н. А. Сердюков // Образовательная среда сегодня и завтра: материалы V Всероссийской научно-практической конференции. – Москва : Московский государственный индустриальный университет, 2008. – С. 22–26.

## РАЗРАБОТКА УЧЕБНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ШКОЛЫ ЯПОНСКОГО ЯЗЫКА «КАНСАЙ»

*А.А. Коппалина*

*Е.Н. Давыдова, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Школа «Кансай» предоставляет услуги обучения японскому языку. В ней проводятся как индивидуальные, так и групповые занятия; есть возможность получать уроки онлайн. Из-за того, что за несколько лет методика обучения претерпевала изменения – что-то устаревало, что-то дополнялось, – у школы выработался свой стиль преподавания японского языка, и с ростом популярности информационных технологий в обучающем процессе возникла необходимость в создании программного продукта, который бы объединял разрозненные материалы в одну информационную среду.

Но вот какая среда? Сайт, десктопное приложение или, может, мобильное? Проблема выбора решилась достаточно быстро. Каждый из нас пользуется постоянно каким-нибудь мобильным устройством (смартфоном, планшетом и т.п.), и значительно реже – ноутбуком, компьютером, если это, конечно, не связано с работой или учебой. Для мобильных устройств даже придумано свое программное обеспечение – мобильные приложения, позволяющие значительно расширить функционал устройства. С ростом популярности мобильной, а значит легко переносимой техники возрос спрос на создание приложений. И сейчас они носят не только развлекательный (игры, просмотр видео), но и информативный характер. Многие организации создают для себя приложение, чтобы их потенциальные клиенты могли взять в руки телефон, скачать приложение и просмотреть всю интересующую их информацию об организации, а потом там же сделать заказ или оплатить услугу.

Поэтому проведя анализ предметной области и сравнительную характеристику возможных вариантов разработки учебного комплекса, было решено занести необходимые материалы школы в мобильное приложение.

Использовать мобильные приложения для изучения иностранного языка не что-то новое, и можно с легкостью найти аналоги разрабатываемому продукту. Например, *Puzzle English* и *Lingualeo* позволяют изучать английский язык с нуля и постепенно повышать уровень. В приложениях есть не только рассортированные по темам уроки, но и различные интересные практики, а также функция создания собственного словаря, в который пользователь помещает слова, вызвавшие у него затруднения во время обучения.

Исходя из требований школы «Кансай» и возможностей приложений-аналогов, разрабатываемый программный продукт должен предоставлять обу-

чающемуся доступ к просмотру курса грамматики, разделенного на тематические уроки. К каждому уроку должен быть составлен тест и осуществлена обработка результатов. Также приложению необходима база слов, которые задействованы в тексте уроков или вопросах.

Архитектура приложения будет строиться на паттерне Model-View-Presenter (MVP). Его назначение – отделение пользовательского интерфейса от данных приложения и методов их обработки (бизнес-логики). Достигается это за счет введения дополнительного объекта – Presenter [1].

Одним из технических требований, предъявляемых к приложению, является реализация на платформе Android, поэтому в качестве среды разработки выбрана Android Studio. Из достоинств можно отметить удобный редактор кода, большую библиотеку с готовыми шаблонами и компонентами для разработки ПО, понимание контекста и главное – встроенный SDK. Из минусов – трудности с тестированием: для запуска проекта необходима достаточно внушительная по производительности аппаратная основа ПК. Так как встроенный эмулятор запускается только на процессоре Intel и работает медленно, то дополнительно понадобится Genymotion – эмулятор, основанный на Virtual Box (его функции ограничиваются созданием образа виртуальной машины). В качестве языка для создания пользовательского интерфейса выбран язык разметки XML, а основным языком программирования – Java.

Для хранения локальных данных на устройстве пользователя потребуется СУБД SQLite. Так, например, для реализации функции тестирования понадобится база данных из четырех таблиц: lessons (хранение списка уроков), tests (хранение списка тестов), questions (хранение вопросов к тестам) и answers (наиболее загруженная таблица, потому что в ней будут храниться правильные и неправильные ответы, а также запись для статистики и вывода результатов).

Подводя итоги, можно сказать, что разработанное мобильное приложение значительно упростит процесс обучения. Обучающийся будет иметь доступ к ресурсам школы в любой момент времени – достаточно иметь при себе мобильное устройство с установленным приложением. Функция тестирования поможет обучающемуся проверять знания, а преподавателю – контролировать понимание пройденных уроков.

1. Паттерн MVP [Электронный ресурс] – URL: [https://professorweb.ru/my/WPF/documents\\_WPF/level36/36\\_4.php](https://professorweb.ru/my/WPF/documents_WPF/level36/36_4.php)

## РАЗВИТИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ УЧАЩИХСЯ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЮ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ИНФОРМАТИКИ

*А.А. Попова*

*Е.М. Ганичева, научный руководитель, канд. пед. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

С каждым днём в нашем мире появляется все больше разнообразных технологических устройств. Любой человек может разобраться, как пользоваться тем или иным устройством за малое количество времени. Дети также проявляют интерес ко всему новому. Они легко находят общий язык с такими устройствами, как телефон, компьютер, ноутбук. При этом чаще всего человек выступает в роли потребителя тех или иных услуг, возможностей.

Многие исследователи отмечают, что у представителей цифрового поколения снижается собственная познавательная активность, отмечается бессистемность знаний, им сложно отличить значимую информацию от менее важной, второстепенной [1]. Способность быстро осваивать цифровые устройства, Интернет, различные приложения свидетельствует об изменении стиля мышления, однако есть опасения, что преобладание таких видов деятельности может привести к снижению уровня интеллекта. Ребенок понимает, что нет нужды держать большое количество информации в голове, ведь практически мгновенно можно найти интересующую информацию в сети Интернет, запустить приложение на смартфоне. Все это лишает современных людей мотивации тренировать свой мозг. Человек пребывает в состоянии «интеллектуальной лени» что приводит к снижению интеллектуальных способностей.

Возможно ли через занятия программированием развить интеллектуальные способности учащихся? В каком возрасте лучше начинать знакомить обучающихся с программированием?

Целью работы является развитие интеллектуальных способностей обучающихся в процессе обучения программированию в школьном курсе информатики. Объектом исследования данной работы являются интеллектуальные способности обучающихся, а предметом – обучение программированию как деятельности, способствующей развитию интеллектуальных способностей обучающихся.

На основе формулировки темы были поставлены следующие задачи:

1. Изучить понятие интеллект, интеллектуальные способности и их составляющие.

2. Выделить и изучить конкретные виды интеллектуальных способностей, которые развиваются в процессе деятельности программирования.

3. Рассмотреть, как программирование влияет на развитие выбранных интеллектуальных способностей.

4. Изучить средства обучения, которые можно использовать для развития интеллектуальных способностей школьников в области программирования.

В данной работе рассмотрено понятие интеллектуальные способности и выделены основные типы интеллектуальных способностей [2]: лингвистические способности; логико-математические способности; пространственные способности; натуралистические способности; музыкальные способности.

В работе нами выделено два вида интеллектуальных способностей: логико-математические и пространственные способности. Логико-математические способности включают в себя умения выполнять действия над объектами, видеть взаимосвязи между этими действиями, обрабатывать информацию, используя рассуждения (умозаключения), логику и абстрактное мышление.

Пространственные способности – это способности создавать в уме модель пространственного расположения, умение использовать созданную модель, а также мысленное оперирование пространством.

Для реализации изучения развития логико-математических способностей была выбрана проектная деятельность, так как она определяется многоцелевой и многофункциональной направленностью на формирование и развитие универсальных учебных действий обучающихся и интеллектуальных способностей. Для реализации изучения развития пространственных способностей разработан кружок по изучению программы OpenSCAD, на котором учащиеся научатся создавать трёхмерные твердотельные объекты.

Результатом данного научного исследования являются программа курса внеурочной деятельности для обучающихся основной школы по обучению работе в среде функционального программирования OpenSCAD и методическая разработка по организации проектной деятельности на основе использования среды программирования Scratch. При реализации программы курса внеурочной деятельности и в процессе организации проектной деятельности обучающихся используются технологии обучения, позволяющие использовать особенности программирования как вида деятельности, способствующего развитию интеллектуальных способностей обучающихся.

1. Тестов, В. А. О некоторых методологических проблемах цифровой трансформации образования // Информатика и образование. – 2019. – № 10. – С. 31–35.

2. Холодная, М. А. Психология интеллекта. Парадоксы исследования. – 2-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург : Питер, 2002.

## КОНТЕКСТНЫЕ ЗАДАЧИ КАК СРЕДСТВО ИНТЕГРАЦИИ СОДЕРЖАНИЯ ПРЕДМЕТНЫХ ОБЛАСТЕЙ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ

*М.Н. Попова*

*Е.М. Ганичева, научный руководитель, канд. пед. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Основная цель современного образования – соответствие актуальным потребностям личности, общества и государства, подготовка разносторонне развитой личности, способной к самообразованию, самосовершенствованию и социальной адаптации в обществе.

Разработка и внедрение Федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) обозначило задачу поиска новых технологий достижения результатов, создания условий для формирования целостного мировоззрения, способности воспринимать окружающий мир во всем его многообразии, умение замечать связи между отдельными его элементами, обнаруживать закономерности и «переносить» знания и способы деятельности из одной предметной области в другую. Интегрированный подход позволяет учителю расширить границы предметности, указать ученику путь поиска решения проблем, используя все знания, выходящие далеко за рамки отдельного предмета.

Для решения обозначенных задач целесообразно использовать методы и средства контекстного обучения. Контекстная задача – это задача мотивационного характера, в условии которой описана конкретная жизненная ситуация, коррелирующая с имеющимся социокультурным опытом учащихся; требованием задачи является анализ, осмысление и объяснение этой ситуации или выбор способа действия в ней, а результатом решения задачи является встреча с учебной проблемой и осознание её личностной значимости.

Целью работы является разработка методики использования системы контекстных задач как средства интеграции содержания предметных областей математики и информатики в школьном курсе информатики. Объектом исследования данной работы является интеграция содержания предметных областей математики и информатики, а предметом – использование системы контекстных задач для интеграции предметного содержания математики и информатики.

На основе формулировки темы были поставлены следующие задачи:

1. Изучить понятие «интеграция содержания предметных областей», типы межпредметных связей.
2. Изучить понятие «контекстная задача», рассмотреть типы контекстных задач.

3. Выделить и изучить конкретные типы межпредметных связей, которые могут быть реализованы в процессе решения контекстных задач.

4. Ознакомиться с опытом педагогов по реализации межпредметных связей математики и информатики.

5. Разработать программу элективного курса «Решение контекстных задач по информатике».

В данной работе рассматриваются понятия «интеграция», «контекстная задача». Интеграция в обучении – это подчинение единой цели воспитания и обучения частей и элементов, методов и форм в рамках образовательной системы на определенной ступени обучения (дошкольной, начальной, средней, старшей). Интегрированный подход позволяет учителю расширить границы предметности, указать ученику путь поиска решения проблем, используя все знания, выходящие далеко за рамки отдельного предмета. При проведении интегрированных уроков по разным предметам у детей возникает более целостное восприятие мира, формируется деятельностный подход в обучении. Интеграция ориентирована на подготовку учащихся к жизни в современном обществе, к достойному выбору собственной жизненной и профессиональной позиции; способствует развитию креативности, коммуникативных способностей.

Суть контекстного подхода заключается в том, что учитель создает на уроке реальную или моделирует воображаемую жизненную ситуацию и предлагает ученику действовать в ней, опираясь на имеющиеся у него знания и опыт. Поскольку ситуация представляется ученику знакомой, он принимается за выполнение предложенного учителем задания без страха и сомнения. В какой-то момент ученик обнаруживает неполноту или недостоверность своих знаний – и ситуация, казавшаяся прежде знакомой и понятной, осознается им как проблемная. Данная проблема материализуется в сознании субъекта в виде вопроса.

Результатом данного научного исследования является рабочая программа элективного курса для обучающихся основной школы по решению контекстных задач по информатике и дидактические материалы для проведения занятий. При реализации программы курса внеурочной деятельности и в процессе организации проектной деятельности обучающихся используется технология информационного моделирования, позволяющая при решении задач использовать математические модели объектов и информационные технологии для работы с ними.

1. Далингер, В. А. Контекстные задачи как средство реализации прикладной направленности школьного курса математики // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2013. – № 10-1. – С. 112–113; URL: <http://applied-research.ru/ru/article/view?id=4084> (дата обращения: 05.04.2020).

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ВЫБОРА ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ ПУТЕШЕСТВИЯ

*К.Ш. Прядко*

*Е.П. Кечко, научный руководитель, канд. физ.-мат. наук*  
Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины  
г. Гомель

В современном мире существует множество транспортных средств, которые дают человеку возможность переместиться из одной точки земного шара в другую. Когда возникает потребность куда-то поехать, первая проблема, с которой сталкиваются абсолютно все, – это выбор транспорта. Поэтому очень важно иметь под рукой удобное приложение с понятным интерфейсом, которое предоставит быстрое решение, отталкиваясь от предпочтений конечного пользователя.

Разработанный программный продукт является системой автоматического подбора вариантов транспортных средств для поездок в областные центры Республики Беларусь, а также в крупнейшие города различных европейских стран. Оно осуществляет мониторинг билетов на те или иные рейсы с учетом пожеланий пользователя.

Система является клиент-серверным приложением. База данных приложения создана средствами PostgreSQL. Работа с базой осуществляется посредством библиотеки Hibernate и SQL-подобного языка HQL (Hibernate Query Language). Запросы обрабатывает удаленный сервер, расположенный на Heroku. Серверная часть реализована на фреймворке Spring 4. База данных содержит информацию о прямых рейсах. Сведения о наличии билетов получаются парсерами, которые обрабатывают соответствующие справочные сайты. Для обеспечения актуальности предоставляемой приложением информации на сервере два раза в сутки выполняется скрипт, обновляющий данные. Клиентская часть программной системы является desktop-приложением, разработанным на языке Java (с использованием компилятора JDK 8). Пользовательский интерфейс реализован средствами библиотеки графических компонентов Java Swing/AWT. Мониторинг наличия билетов может осуществляться по заданным предпочтительным видам транспортных средств, даты путешествия и бюджета поездки. Таким образом, разработанная система является легким и удобным в использовании инструментом, автоматизирующим процесс выбора оптимального для пользователя рейса. Кроссплатформенность языка программирования Java избавляет клиентскую часть приложения от системных требований по операционной системе. Это дает возможность использовать систему на любом персональном компьютере, на котором установлена JVM (Java Virtual Machine) версии 1.8.

## РАЗРАБОТКА MESSENGER ДЛЯ ANDROID НА ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ KOTLIN

*М.Ю. Пугач*

*Е.М. Березовская, научный руководитель, канд. физ-мат. наук, доцент  
Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины  
г. Гомель*

В современном мире Интернет становится важной частью жизни практически любого человека. Информационные технологии теперь связаны не только с персональными компьютерами, но и со смартфонами. Пользователи хотят иметь возможность общаться через мобильное приложение, отправлять информацию и проводить досуг. За последние годы популярность мессенджеров для смартфонов резко взлетела – ещё недавно пользователям хватало обычных сообщений и переписки в «Vk.com», «Ok.ru», а сегодня многие не представляют свой день без любимой службы мгновенных сообщений. Сейчас существует множество приложений-мессенджеров и сравнивать различные мессенджеры и спорить, какой из них лучше, можно бесконечно – каждому важно что-то своё.



Continue

About the developer

*Рис. 1. Стартовое  
активити*

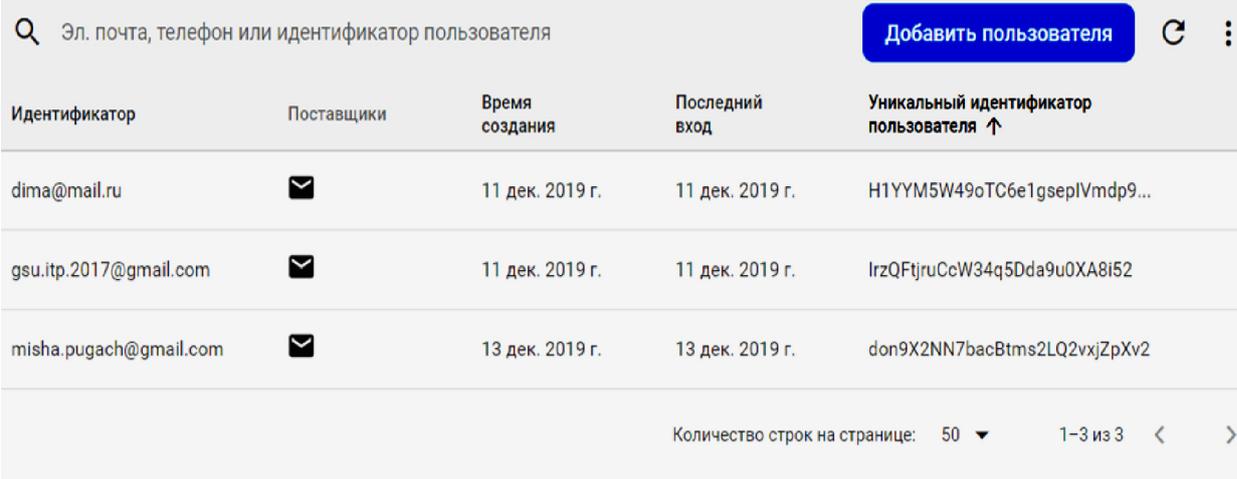
С учетом актуальности направления, сбора и анализа пожеланий многочисленных пользователей было принято решение создать Android-приложение, позволяющее обмениваться текстовыми и голосовыми сообщениями, отправкой фото-контента, возможностью просматривать ленту событий, организовывать групповые чаты.

Макет проекта приложения был сделан в программе для разработки интерфейсов Adobe XD. Разработано пять форм приложения: стартовое активити представляет собой окно, на котором можно наблюдать логотип приложения, название мессенджера, кнопку для перехода к авторизации и кнопку для просмотра информации о разработчике (рис. 1); о разработчике – представлена информация о разработчике, ссылки для связи с разработчиком; авторизация пользователя – представлена в виде двух полей ввода (E-mail и Password), кнопка авторизации и кнопка для перехода на форму регистрации; регистрация пользователя – форма на которой можно наблюдать поле для ввода имени пользователя, электронной почты, и два поля для пароля; восстановление пароля – форма ввода почты и кнопка для отправки восстановления пароля на почту.

Важной частью разработки программного приложения является тестирование. При разработке приложения применялось два вида тестирования: авто-

матическое и с привлечением группы людей. Произведено тестирование продукта на многочисленных устройствах с операционной системой Android, проработаны и учтены все варианты ошибок, возникающих при регистрации.

При добавлении нового пользователя – получаем письмо на электронную почту с подтверждением аккаунта и подтверждаем его, затем проверяем базу данных и убеждаемся, что новый пользователь добавлен (рис. 2).



The screenshot shows a user management interface with a search bar at the top containing the text "Эл. почта, телефон или идентификатор пользователя". To the right of the search bar is a blue button labeled "Добавить пользователя" and a refresh icon. Below the search bar is a table with the following columns: "Идентификатор", "Поставщики", "Время создания", "Последний вход", and "Уникальный идентификатор пользователя ↑". The table contains three rows of user data. At the bottom right of the table, there is a pagination control showing "Количество строк на странице: 50" and "1-3 из 3".

Идентификатор	Поставщики	Время создания	Последний вход	Уникальный идентификатор пользователя ↑
dima@mail.ru	✉	11 дек. 2019 г.	11 дек. 2019 г.	H1YYM5W49oTC6e1gseplVmdp9...
gsu.itp.2017@gmail.com	✉	11 дек. 2019 г.	11 дек. 2019 г.	lrzQFtjruCcW34q5Dda9u0XA8i52
misha.pugach@gmail.com	✉	13 дек. 2019 г.	13 дек. 2019 г.	don9X2NN7bacBtms2LQ2vxjZpXv2

Рис. 2. Проверка регистрации нового пользователя

Если пользователь забыл пароль – он переходит в окно восстановления пароля, вводит свой E-mail, далее ему приходит письмо с восстановлением пароля, где пользователь вводит новый пароль (рис. 3).

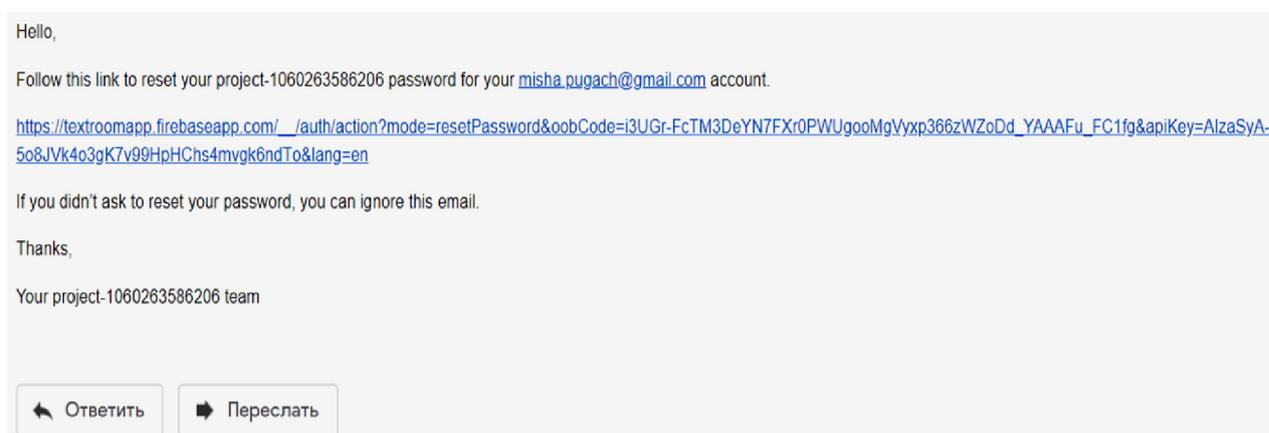


Рис. 3. Письмо для восстановления пароля

В результате этапа тестирования были собраны отзывы пользователей, исходя из которых произведена корректировка и совершенствование программного продукта.

Представляемое приложение используется для общения между пользователями в режиме реального времени в повседневной жизни, также может применяться для организации групповых чатов. В дальнейшем к разработке планируется реализовать поддержку видеоконференций, что является актуальным в настоящее время.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО МЫШЛЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ В ПРОЦЕССЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НА ПОСТРОЕНИЕ СЕЧЕНИЙ

*Я.Н. Пчельникова*

*Л.В. Жук, научный руководитель, канд. пед. наук, доцент*  
Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина  
г. Елец

Характерной особенностью современного школьного образования является поиск форм и методов обучения, ориентированных на формирование интеллектуальной и творческой личности обучающегося. Обучение геометрии имеет безусловный приоритет в развитии математического мышления – сложной динамичной структуры, в которой важнейшая роль отводится пространственному компоненту. Однако при всей значимости данного вида умственной деятельности его развитие в рамках общеобразовательной школы осуществляется не в полной мере. Результаты ЕГЭ по математике и вступительных экзаменов в вузы показывают, что старшеклассники слабо владеют знаниями об изображении пространственных фигур, не представляют достаточно чётко геометрические объекты, не могут мысленно проследить за их преобразованиями [1].

Значительным потенциалом в плане формирования обобщенных приёмов пространственного мышления обладают геометрические задачи на построение сечений. В то же время эпизодический характер их включения в курс стереометрии, большие затраты учебного времени на решение, громоздкость и недостаточная наглядность построений не позволяют реализовать в полной мере их развивающие функции. Эффективным инструментом, дающим возможность при решении геометрических задач визуализировать модель, проследить её поведение в динамике при различных значениях параметров, являются интерактивные геометрические среды (ИГС). Актуальность исследования определяется необходимостью разрешения противоречия между потенциально высокими дидактическими возможностями задач на построение сечений в плане развития пространственного компонента мыслительной деятельности обучающихся 10–11 классов, широкими возможностями ИГС и существующей практикой обучения стереометрии в школе, не реализующей эти возможности.

Цель исследования – разработать методические основы развития пространственного мышления учащихся в процессе решения задач на построение сечений многогранников в интерактивной геометрической среде.

Объект исследования: процесс обучения геометрии в 10–11 классах средней общеобразовательной школы.

Предмет исследования – задачи на построение сечений в интерактивной геометрической среде как средство развития пространственного мышления старшеклассников.

Задачи исследования:

– исследовать особенности и структуру пространственного компонента мыслительной деятельности в области геометрии, определить уровневые критерии и показатели его развития, средства диагностики;

– разработать методику организации элективного курса по решению задач на построение сечений, направленного на развитие пространственного компонента мыслительной деятельности учащихся 10–11 классов.

Методы исследования: решение задач на построение сечений удобно осуществлять в системе динамической геометрии GeoGebra, обеспечивающей принцип наглядности на двух уровнях: *статический* – создание наглядных чертежей, динамических иллюстраций в режиме презентации, позволяющих облегчить процесс мысленного создания и оперирования геометрическими образами; *динамический* – визуализация геометрических понятий посредством применения мультимедийных технологий (показ видеоролика, в динамике демонстрирующего геометрическую фигуру, ее свойства, процесс построения) [2].

Практическая значимость: содержащиеся в исследовании материалы – методические разработки уроков, структурированный банк задач, диагностические тесты для определения уровня развития пространственного компонента мышления у старшеклассников – могут быть внедрены в практику работы учителей школ, гимназий, лицеев в частности, педагогов, ведущих работу в профильных классах.

Результаты исследования представлены в таблице.

Таблица

**Уровни развития пространственного компонента мыслительной деятельности участников экспериментальной группы**

	Низкий	Средний	Высокий
До экспериментального обучения (%)	39	59	2
После экспериментального обучения (%)	23	65	12

Оценка динамики уровня развития пространственного мышления старшеклассников в условиях методического сопровождения обучения в компьютерной среде, проведенная с использованием Т-критерия Вилкоксона, показала, что сдвиг интересующего нас показателя в сторону увеличения является достоверно преобладающим, что свидетельствует об эффективности разработанной методики организации учебной деятельности старшеклассников по решению задач на построение сечений.

1. Жук, Л. В. Методика формирования готовности будущих учителей математики к применению метапредметных технологий обучения / Л. В. Жук // Научно-педагогическое обозрение. – 2018. – № 1. – С. 135–141.

2. Жук, Л. В. Опыт реализации инновационной методики обучения дифференциальной геометрии средствами компьютерных технологий / Л. В. Жук // Педагогическая информатика. – 2014. – № 2. – С. 96–103.

## ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ УЧАЩИХСЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНФОРМАТИКЕ С ПОМОЩЬЮ СЕРВИСА GOOGLE CLASSROOM

*Е.С. Резанова*

*Ю.А. Горохова, научный руководитель, канд. пед. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Процесс информатизации требует от современного образования включения в учебный процесс различных информационно-образовательных средств, наиболее актуальными из которых являются системы дистанционного обучения, которые предоставляют педагогам образовательных организаций большое количество возможностей, обеспечивающих взаимодействие с учащимися и облегчающих их работу.

Актуальность систем дистанционного обучения возрастает в связи с меняющимися запросами современной школы и общества, которые требуют глубокого изучения информационных технологий и внедрения их в образовательный процесс.

Объектом исследования является процесс обучения информатике.

Предмет исследования – организация самостоятельной работы с использованием сервиса Google Classroom в процессе обучения информатике.

Под самостоятельной работой мы понимаем форму организации самостоятельной деятельности учащихся, осуществляемую под контролем учителя, в процессе которой школьники в большей степени самостоятельно выполняют различного рода задания, направленные на получение знаний, развитие умений, приобретение практических навыков и формирование и совершенствование личных качеств.

Самостоятельная работа является важной частью проведения любого урока, так как является одним из критериев эффективности проведения урока и успешного закрепления учащимися знаний.

Цель исследования – применить возможности сервиса Google Classroom при разработке и проведении самостоятельной работы учащихся при обучении информатике. В соответствии с поставленной целью необходимо решить следующие задачи:

1. Анализ научной, учебно-методической и психолого-педагогической литературы по теме исследования.
2. Изучение понятия самостоятельной работы и ее сущности; рассмотрение классификации видов самостоятельной работы и требований, предъявляемых при организации самостоятельной работы.
3. Изучение сервиса Google Classroom и его возможностей для организации учебного процесса.
4. Разработка самостоятельной работы и ее проведение с использованием сервиса Google Classroom.

При оценивании учителем самостоятельных работ учащихся встает вопрос о проверке результатов их выполнения. *Решением данной проблемы является среда, предназначенная для работы и взаимодействия учащихся и учителя, получения заданий с возможностью комментирования и оценивания работ учащихся.* В настоящее время происходит широкое распространение различного рода сервисов, программных сред, позволяющих учителю создавать разнообразного типа задания и применять их на уроках. Одними из таких сред являются системы, которые предназначены для организации дистанционного обучения. Самой распространенной из таких систем является сервис Moodle. Существует сервис, являющийся альтернативой системе Moodle, получивший распространение относительно недавно, но стремительно развивающийся, – Google Classroom.

Система Google Classroom представляет собой бесплатный сервис, созданный корпорацией Google для учебных заведений, главной целью которого является повышение эффективности обмена данными между субъектами образовательной организации путем изменения создания, распределения и оценивания заданий электронным способом.

Программная среда предоставляет возможность создания курсов для организации взаимодействия учителя и учащихся. Основными возможностями, которые обеспечивают это взаимодействие, являются:

1. Возможность добавлять учащихся.
2. Возможность работать с несколькими курсами.
3. Возможность совместного преподавания состоит в том, что учитель может пригласить на курс других преподавателей.
4. Возможность настраивать задания, которая предполагает назначение оценок, баллов за ответы, установление сроков сдачи для созданных заданий.
5. Выставление оценок, отслеживание сдачи работ, добавление отзывов.
6. Взаимодействие и совместная работа, которая включает в себя доступность сервиса в любое время, работу в режиме реального времени, общение с родителями.

Практическая часть данного исследования направлена на работу с возможностями сервиса при проведении самостоятельной работы среди группы учащихся восьмого класса по информатике по теме «Информационные системы». В процессе учащиеся присоединились к созданному курсу, выполнили самостоятельную работу, которая была размещена на сервисе, и загрузили результаты своих выполненных работ.

Таким образом, представленная среда для дистанционного обучения отвечает всем требованиям для разработки, проведения и проверки самостоятельных работ учащихся и учебного процесса в целом. Практическая значимость исследования направлена на использование полученных результатов в практической деятельности учителя в процессе обучения информатике и другим учебным предметам.

## РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА «ОСНОВЫ РОБОТОТЕХНИКИ: КОНСТРУИРОВАНИЕ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ РОБОТОВ»

*М.А. Сергейчук*

*О.Б. Голубев, научный руководитель, канд. пед. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

На современном этапе развития общества, когда инновационные технологии внедряются во все сферы нашей жизни, робототехника активно совершенствуется и постоянно расширяет горизонты своего использования. Учитывая приоритетность направления развития робототехники, на современном рынке труда возникает острая потребность в специалистах технического профиля, обладающих множеством разносторонних знаний и умений, таких как способность эффективно работать с новыми видами технологий, своевременно изучать сверхактуальную информацию и быстро ориентироваться в нестандартной обстановке. Подготовку таких специалистов необходимо начинать на школьной ступени образования, где формирование устойчивых представлений школьников о робототехнических устройствах как об автоматизированных и программированных системах представляется возможным посредством организации программы элективных курсов по робототехнике. Такая программа станет актуальным решением для привлечения учащихся к современным технологиям конструирования, программирования и использования роботизированных устройств.

Таким образом, в соответствии с темой исследования возникает необходимость решения следующих задач:

1. Рассмотреть теоретические аспекты включения элективных курсов по робототехнике в образовательное пространство школы.
2. Разработать тематический план элективного курса «Основы робототехники: конструирование и программирование роботов».
3. Экспериментально проверить эффективность элективного курса «Основы робототехники: конструирование и программирование роботов».

Актуальность и значимость элективных курсов состоит в том, что они способны восполнять во многом ограниченные образовательные возможности базовых курсов, другими словами, элективные курсы позволяют всесторонне учитывать интересы и склонности учащихся, удовлетворять их потребности овладеть на современном уровне знаниями и умениями в тех областях, которые их интересуют, а также способствовать формированию первичного профессионального самоопределения школьников.

С качественно разработанной системой элективных курсов по робототехнике, содержание и структура которых будут четко направлены на углубление

и систематизацию знаний учащихся о конструировании и программировании роботов, каждый ученик получит возможность не только почерпнуть, развить и преумножить соответствующие знания в данной технологической области, но и развить культуру логического мышления, техническое творчество, способность доводить начатое дело до конца без потери энтузиазма, и, более того, робототехника – это мультидисциплинарная наука, а значит, она объединяет в себе совокупность наук: информатику, физику, математику и многие другие.

Разнообразие современных робототехнических конструкторов позволяет обучать детей всех ступеней школьного образования. Лидирующие позиции в области школьной робототехники на сегодняшний день занимает фирма Lego (подразделение Lego Education) с образовательными конструкторами серии Lego Mindstorms EV3, именно на базе этого конструктора разработан данный элективный курс.

Кроме профессиональной направленности робототехника сама по себе интересна, но для нас принципиально важно, чтобы учащиеся понимали, что робототехника – это не просто игра в роботов, поэтому необходимо основательно и качественно разбираться в конструктиве робота – механических передачах, функциональных возможностях основных электронных элементов и, конечно, в программировании, так как именно программа наделяет робота способностями, без которых он всего лишь статуя.

Реализация элективного курса включила в себя целый комплекс задач:

1. Уточнение готовности и способности учащихся осваивать выбранную область знаний на повышенном уровне.
2. Развитие научно-технического и творческого потенциала учащихся путем организации их деятельности в процессе интеграции начального технического конструирования и основ робототехники.
3. Способствовать формированию умения самостоятельно решать технические задачи в процессе конструирования моделей, используя творческий подход.
4. Развивать регулятивную структуру деятельности.

Нами была разработана программа элективного курса «Основы робототехники: конструирование и программирование роботов», в содержание которой входит основательное изучение алгоритмики, программирования, механики, а также тщательный разбор функций программируемого контроллера, датчиков и моторов. В значительной степени внимание данного курса акцентировано на возможность регулярно экспериментировать с различными функциями управления, что позволит в значительной степени понять и прочувствовать характер и поведение робота в зависимости от изменения тех или иных параметров работы элементов управления и его компонентов.

Фрагмент курса, связанный с обзором программного модуля конструктора серии Lego Mindstorms EV3 и изучением работы сервомоторов, был успешно апробирован на базе Дома научной коллаборации в рамках урока технологии.

## ЦИФРОВАЯ СРЕДА В ПРОЦЕССЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

*В.А. Смелова*

*Н.П. Крылова, научный руководитель, канд. пед. наук, доцент*

Череповецкий государственный университет

г. Череповец

Одной из современных тенденций развития общества является тотальное внедрение цифровых технологий во все жизненно важные сферы жизни общества: экономику, медицину, образование и т.д. Внедрение цифровых технологий в образовательную деятельность способствует повышению качества образовательного процесса. Для вуза использование цифровых технологий также сказывается на снижении издержек бюджетных (внебюджетных) расходов.

«Обеспечение ускоренного внедрения цифровых технологий в экономике и социальной сфере» является одной из главных национальных целей согласно Указу Президента от 7 мая 2018 года. На основе указа был разработан Федеральный проект «Кадры для цифровой экономики» с целью обеспечения достаточного количества человеческих ресурсов, обладающих компетенциями, необходимыми для нового века цифровых технологий и экономики знаний и данных.

Цифровая образовательная среда – это открытая совокупность информационных систем, предназначенных для обеспечения различных задач образовательного процесса [1, с. 29]. В ходе внедрения в нее цифровых технологий отмечаются следующие преимущества: индивидуальная образовательная траектория; уход от традиционных форм обучения; создание общедоступных баз данных; перенос учебного процесса в глобальную сеть с использованием облачных и мобильных технологий; новые способы коммуникаций между участниками образовательного процесса и т.д.

Целью данной работы является рассмотрение особенностей внедрения цифровых технологий в образовательном процессе вуза на примере образовательного портала. Образовательный портал – технологическое средство обеспечения продуктивности взаимодействия участников образовательного процесса (обучающихся, преподавателей, работодателей), способствующий повышению удовлетворенности его потребителей в качестве и результатах учебной деятельности [2, с. 124].

В Череповецком государственном университете (далее ЧГУ) активно используется портал *edu.chsu.ru*, который вовлекает студентов в ежедневную работу, связанную с выполнением учебных заданий по дисциплинам образовательной программы.

Образовательный портал ЧГУ обладает следующими возможностями: хранение информации, учебных ресурсов и заданий в текстовых, графических, видео и других форматах; прохождение тестов; результаты промежуточной

аттестации и результаты освоения образовательной программы; просмотр электронных ресурсов: лекции, презентации, задания к практическим занятиям, вопросы к зачету/экзамену и т.п.; запись на общеуниверситетские курсы; доступ к учебным планам и программам дисциплин и т.д.

В данном исследовании в целях анализа эффективности применения образовательного портала *edu.chsu.ru* среди студентов был проведен опрос с помощью Google-формы, который включал следующий перечень вопросов: частота пользования образовательным порталом; оценка доступа в образовательный портал; оценка дизайна образовательного портала; оценка степени удобства и необходимости использования портала и др.

Проведенный опрос показал, что образовательный портал – это удобная форма осуществления образовательного процесса, которая является его неотъемлемой частью. Студенты достаточно активно посещают сайт и выполняют задания как дома, так и на учебных занятиях. Для повышения эффективности использования образовательного портала требуется продолжить работу над совершенствованием его интерфейса, дизайна и пр., а также создать мобильное приложение для ещё более удобного применения.

Таким образом, можно сделать вывод, что использование цифровых технологий, в частности образовательного портала, способствует повышению эффективности образовательной деятельности, следовательно, и улучшению качества образовательных услуг.

Среди основных достоинств использования образовательного портала можно выделить следующие: гибкий график обучения, индивидуальные методы, траектории работы с разными категориями студентов в зависимости от их уровня подготовки, возможность использования дополнительных электронных ресурсов для усвоения изучаемых дисциплин, повышение доли самостоятельности студентов в процессе обучения.

В качестве рекомендаций можно отметить необходимость продолжать работу над совершенствованием дизайна интерфейса образовательного портала, нахождение оптимального соотношения доли времени работы студентов лично с преподавателем и в формате использования портала, эффективное управление данным процессом требует особых компетенций от преподавателя. Изучение преимуществ и рисков использования технологий цифровой образовательной среды в вузе, ее влияние на эффективность образовательного процесса требуют дальнейшего изучения.

1. Вайндорф-Сысоева, М. Е., Субочева, М. Л. «Цифровое образование» как системообразующая категория: подходы к определению // Вестник МГОУ. Серия: Педагогика. – 2018. – № 3. – С. 25–36.

2. Горбунова, Т. В. Образовательный портал как технологическое средство продуктивного взаимодействия участников образовательного процесса // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – № 4. – С. 124.

## ЦИФРОВАЯ ШКОЛА КАК ПРОСТРАНСТВО СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМЫ ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

*Ю.Т. Смолина*

*В.С. Федотова, научный руководитель, канд. пед. наук, доцент*  
Ленинградский государственный университет им. А.С. Пушкина  
г. Санкт-Петербург

По своим характеристикам формируемый сегодня тип общества получил название цифрового. Основой его развития является цифровизация, которая касается всех сфер жизнедеятельности человека, в том числе и образования. Естественным результатом цифровизации образования является необходимость преобразования традиционной школы в цифровую. Цифровые решения в образовательной среде позволяют на новом уровне воплотить в жизнь педагогические идеи и решения, которые ранее не представлялось возможным исполнить. Это могут быть как дидактические, методические, так и организационные решения.

Площадкой для реализации всех обозначенных инновационных идей цифровой трансформации в образовании является цифровая школа. В России запущен в реализацию приоритетный проект «Цифровая школа», который нацелен на внедрение цифровых технологий со школьного периода и формирование навыков работы с данными технологиями. Сегодня феномен цифровой школы становится объектом исследования отечественных и зарубежных ученых. При этом цифровая школа рассматривается как «педагогический, а не технологический феномен» [1, с. 22]. Однако существует необходимость дополнительной оценки положительных и отрицательных моментов, которые может принести в систему образования цифровая школа. Пока нами такого исследования не обнаружено. Это определяет научную проблему нашего исследования – актуальность проведение SWOT-анализа построения в России цифровой школы как стратегии развития основного общего образования неосомненна.

*Цель статьи* – охарактеризовать сильные и слабые стороны, а также ожидания и риски, к которым может привести внедрение в России проекта построения цифровой школы. В *задачи исследования* входит описание метода исследования «SWOT-анализ», выявление положительных и отрицательных сторон, возможностей и угроз внедрения проекта «Цифровая школа России», формулировка выводов о необходимости цифровой школы как компонента системы общего образования на основе результатов SWOT-анализа. При этом основными *методами исследования* нами выбраны анализ и синтез, обобщение и классификация.

*Результаты научного исследования.* Для целостной характеристики проекта «Цифровая школа России» обратимся к SWOT-анализу. SWOT-анализ – это метод анализа в стратегическом планировании, который предусматривает разделение факторов и явлений на четыре категории: *strengths* – сильные стороны; *weaknesses* – слабые стороны; *opportunities* – возможности; *threats* – угрозы. Цель SWOT-анализа – изучение сильных и слабых сторон в реализации проекта цифровой школы с целью приспособления их к изменяющимся возможностям и угрозам внешней среды.

*Сильные стороны:* построение новой комфортной, доступной и безопасной цифровой образовательной среды; использование современных цифровых и информационных технологий; удобство построения учебного процесса, в том числе в удаленном формате взаимодействия; возможность организации дистанционного обучения; обучение цифровым компетенциям, знакомство с цифровыми технологиями в период школьного обучения; безопасная образовательная среда; лучшее усвоение информации; быстрота контроля, проверки и оценки знаний; сетевая коммуникация школ; единое образовательное пространство; систематизация и автоматизация учебного процесса; подготовка кадров к условиям цифровой экономики общества; планирование и проведение учебных занятий онлайн; объективная автоматизированная оценка знаний учеников, использование разнообразных форм и методов контроля; умение формировать и развивать универсальные учебные действия, образцы и ценности социального поведения, навыки поведения в мире виртуальной реальности и социальных сетях, навыки поликультурного общения и толерантность; умение эффективно регулировать деятельность учащихся для обеспечения их безопасности в цифровой образовательной среде; умение строить воспитательную деятельность с учётом культурных различий детей, половозрастных и индивидуальных особенностей; индивидуализация и персонализация образования.

*Слабые стороны:* не все педагогические кадры отличаются готовностью работать в новых условиях цифровой среды; у некоторых отсутствует высокотехнологичное оборудование; недостаточность финансирования; неосведомленность участников процесса о спектре возможностей цифровой образовательной среды; возможные перебои с электричеством; отсутствие возможности в ходе непосредственного наблюдения выявлять разнообразные проблемы детей, связанные с особенностями их индивидуального развития.

*Возможности:* новое качество образования, доступность образования; разгрузка педагога, высвобождение времени от рутинной работы к личному общению учителя и ученика; участие в открытых уроках, мастер-классах, семинарах, конференциях, олимпиадах и конкурсах, проводимых онлайн; поиск достоверной информации; повышение компетенций в области цифровизации; online-обучение; проектная деятельность и сотрудничество в новом формате;

работа с онлайн-ресурсами, электронными учебниками, облачными технологиями; инклюзивное образование; индивидуальный маршрут для каждого.

*Угрозы:* нет полного контроля за информацией; угроза физическому здоровью за счет частого использования гаджетов, снижение успеваемости; негативное влияние средств массовой информации.

Как видно по результатам SWOT-анализа, сильные стороны и возможности цифровой школы значительно превышают слабые стороны и угрозы, поэтому можно сделать вывод о том, что цифровая школа является перспективным проектом образования. Важно уделить внимание угрозам и слабым сторонам, чтобы их минимизировать. Данная образовательная структура должна существовать и развиваться, так как способна решить многие вопросы и проблемы организации современного образования.

Таким образом, цифровая школа – это необходимый компонент, пространство современной системы общего образования. Это современное коммуникационное, интерактивное безопасное общеобразовательное учреждение, оснащенное новым оборудованием и современными ИТ-технологиями для эффективного проведения занятий, усвоения учебного материала. Участники образовательного процесса непрерывно взаимодействуют друг с другом, образуют сетевое взаимодействие, в котором происходит отбор, поиск, производство и обмен достоверной информацией. Педагоги обладают цифровыми компетенциями и готовы обучать цифровой грамотности школьников, в своей работе применяют современные образовательные и цифровые технологии, активно разрабатывают и внедряют в образовательную практику цифровые образовательные ресурсы. Обучающиеся овладевают такими качествами и навыками, как самоанализ, умение осознанно и критически отбирать и использовать информацию, работа в ситуациях неопределенности, реализовывать творческий подход к решению задач. Они становятся ценными кадрами для цифровой экономики и в будущем готовы стать активными участниками процесса цифровизации в целом.

1. Уваров, А. Ю. Модель цифровой школы и цифровая трансформация образования // Исследователь. – 2019. – № 1–2 (25–26). – С. 22–37.

## РАЗРАБОТКА УЧЕБНЫХ НАВЫКОВ ВИРТУАЛЬНОГО ГОЛОСОВОГО ПОМОЩНИКА

*Н.С. Суббота*

*М.П. Концевой, научный руководитель*

Брестский государственный университет им. А.С. Пушкина  
г. Брест

Диалоговые программы (англ. chatterbot) – это компьютерные программы имитации речевого поведения человека при общении с одним или несколькими пользователями. Высокий уровень качества поддержания коммуникации в современных диалоговых программах в сочетании с распространением голосовых интерфейсов (в голосовых ассистентах) существенно усиливают психологический перенос.

Виртуальные собеседники, генерируя существенную часть сетевого коммуникативного контента, активно участвуют в формировании языковой среды современного человека.

Актуальной задачей как в контексте психолингвистических, так и педагогических исследований представляется изучение роли, степени и особенностей воздействия виртуальных собеседников на речь человека.

Целью данного исследования является разработка учебного навыка голосового ассистента. Основная задача исследования состоит в определении эффективности и целесообразности разработки и последующего внедрения учебного навыка голосового ассистента. Для достижения поставленной цели были проведены анализ литературы и технической документации по данной теме, отобраны оптимальные инструменты для разработки и тестирования навыка.

Научная новизна исследования заключается в том, что впервые была сделана попытка разработки учебного навыка для голосового ассистента.

Существует много популярных, стабильно работающих голосовых ассистентов, например: Siri, Google Assistant, Amazon Alexa, Microsoft Cortana, Xiao AI, а также голосовой помощник от компании Яндекс – «Алиса», объект данного исследования. Разрабатываемый учебный навык, в свою очередь, является предметом исследования.

«Алиса» – виртуальный голосовой помощник, который распознает естественную речь, эмулирует живой диалог, даёт ответы на вопросы пользователя и, благодаря запрограммированным навыкам, решает прикладные задачи. Популярность «Алисы» растёт с каждым годом: так, по состоянию на декабрь 2019 года ежедневная аудитория голосового помощника – порядка 45 млн человек [1].

Сервис «Алиса» дополняется развитым инструментарием для разработчиков и компаний на основе платформы «Яндекс.Диалоги», предназначенной

для публикации новых «навыков» и последующего их подключения к сервису «Алиса». Навык представляет собой диалог, который активируется заданной командой и расширяет возможности голосового помощника.

В рамках исследования нами был создан обучающий навык – «*Синонимы для детей*», который представляет собой развивающую игру, направленную на изучение синонимов и тренировку умения использовать их в повседневной речи. Игра включает в себя 48 групп синонимов, которые, в свою очередь, разделены на 6 подгрупп (соответствуя 6 раундам в игре).

Работа по разработке навыка велась на платформе *verter.online*. Данный сервис не требует наличия навыков программирования и позволяет создавать навыки для «Алисы» любому пользователю [2].

Работа по созданию навыка происходит следующим образом: зарегистрировавшись на сервисе *verter.online* и создав навык, разработчик попадает на рабочий стол, где отображается основная информация о сервисе (инструкция, ссылки, поддержка). С правой стороны размещается основное меню, с которым пользователь и работает. Меню включает следующие разделы:

- *Вопросы-Ответы*. Здесь прописываются все возможные вопросы и ответы, необходимые для работы навыка; добавляются подсказки к вопросам.
- *Диалоги*. В данном разделе размещены записи диалогов с указанием реплик пользователя (разработчика) и голосового помощника, которые могут быть использованы для последующего анализа.
- *Обучение*. Здесь размещается история запросов пользователей. Полученная информация позволяет формировать наиболее релевантные ответы и добавлять их к навыку, а также привязывать вопросы к готовым ответам.

Параллельно с указанными выше этапами работы осуществляется тестирование навыка непосредственно на платформе «Яндекс.Диалоги». Этап тестирования очень важен. Многократный ввод и вывод данных (вопросы и ответные реплики) позволяет выявить все имеющиеся недочёты и исправить их и тем самым довести работу навыка до необходимого уровня.

Исходя из опыта, полученного в ходе разработки навыка «*Синонимы для детей*», можно с уверенностью сказать, что процесс разработки навыка не является чем-то сложным и непонятным и не требует колоссальных временных затрат. Для создания большинства навыков подойдут онлайн-сервисы и конструкторы, для работы с которыми не нужно быть профессиональным программистом или обладать какими-то специальными званиями.

На данный момент навык «*Синонимы для детей*» находится в процессе отладки и тестирования, однако уже можно сделать выводы о том, что платформа «Яндекс.Диалоги» имеет большой потенциал и может быть использована для создания обучающих и развивающих навыков для детей младшего возраста, школьников и студентов.

1. Алиса (голосовой помощник) // Википедия: [сайт]. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Алиса\\_\(голосовой\\_помощник\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Алиса_(голосовой_помощник)) (дата обращения: 27.02.2020). – Текст: электронный.

2. Сервис для разработки навыков *verter.online*: [сайт]. – URL: <https://app.verter.online/> (дата обращения: 27.02.2020). – Текст: электронный.

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОГРАФИКИ НА УРОКАХ ИСТОРИИ В 6-Х КЛАССАХ

*Е.О. Удальцова*

*В.С. Жукова, научный руководитель, канд. ист. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Актуальность данного исследования заключается в том, что в современных условиях обучения необходимо использовать эффективные способы визуализации информации для организации учебного процесса на уроках истории в 6-х классах.

Научная новизна заключается в том, что в ходе эмпирического исследования была доказана гипотеза об эффективности применения инфографики при обучении истории обучающихся 6-х классов.

Цель исследования – определить эффективность применения инфографики как способа наглядности на уроках истории в 6-м классе.

Задачи:

- определить критерии оценки результативности использования инфографики на уроках истории в 6-м классе;
- сформулировать рабочие гипотезы;
- провести исследование на базе 6-х классов общеобразовательной школы г. Вологды;
- сделать выводы об эффективности применения инфографики на уроках истории в 6-х классах.

В качестве объекта исследования рассматриваются современные средства наглядности.

Предметом исследования является инфографика как современное средство наглядности на уроках истории в 6-х классах.

Для решения поставленных задач были использованы следующие методы:

- теоретический анализ и синтез исторических источников и историографии;
- эмпирические методы, которые использовались при исследовании эффективности применения инфографики на уроках истории в 6-х классах (психодиагностические и психолого-педагогические);
- математико-статистические методы (корреляционный анализ).

В качестве критериев оценивания эффективности применения средства визуализации – инфографики – были выбраны следующие основания:

1. Оценка общей успеваемости детей по предмету «история» за определенный тематический блок. Это может выражаться в самостоятельной работе или контрольной работе по изучаемой теме в тех классах, где применялись, и тех классах, где не применялись различные приемы работы с инфографикой.

2. Социально-психологические характеристики обучающихся от психолога или социального работника школы. В блок необходимых характеристик для анализа необходимо включить ведущую модальность обучающегося (восприятие), особенности мышления ребенка.

3. Анкетирование, согласно которому должны быть получены результаты эмоционального включения обучающихся при освоении информации по теме урока, на котором активно применялась инфографика.

Выводы об эффективности сформулированы исходя из сопоставления эмпирическим путем этих трех оснований. Для этого были выдвинуты рабочие гипотезы:

1. Эффективность усваивания материала с помощью инфографики будет лучше у девочек.

2. Обучающиеся, отличающиеся высокой успеваемостью и мотивацией к учебе, продемонстрируют большую включенность и интерес к инфографике.

3. Обучающиеся с визуальной модальностью восприятия чаще будут демонстрировать более высокую степень запоминания информации по теме.

4. Степень усвоения материала по средней оценке за контрольную работу в классе, где использовалась инфографика на уроке истории, будет выше.

5. Эмоциональное переживание и отклик у обучающихся будет встречаться чаще в самооценках, полученных методом опроса (анкетирования), в тех классах, где использовался метод инфографики.

Оценить эмоциональное переживание и отклик у обучающихся во время урока представляется отчасти возможным, разработав анкету.

После проведения научного исследования статистических различий в оценке эффективности усваивания материала с помощью инфографики у девочек и мальчиков не выявлено, а остальные выдвинутые гипотезы нашли свое подтверждение.

Таким образом, данные исследования позволили сделать вывод, что инфографика эффективно воздействует на обучающихся в процессе усвоения новых знаний на уроках истории в 6-х классах. Полученные данные ориентируют на дальнейшее сопоставление и изучение влияния инфографики как способа обучения при изучении различных дисциплин.

## СПОСОБЫ АКТИВИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ УЧАЩИХСЯ ПОСРЕДСТВОМ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

*И.Ю. Фомичёва, У.Н. Архипёноква*

*О.Б. Голубев, научный руководитель, канд. пед. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В современном мире информационно-коммуникационные технологии широко применяются во всех сферах нашей жизни, в том числе и в образовательном процессе.

Одним из эффективных методов обучения на уроках является использование информационно-коммуникационных технологий. Это особый методический прием, который активизирует мыслительную деятельность обучающихся, а также побуждает их к самостоятельному получению новых знаний.

Используя презентации, компьютерные программы и электронно-образовательные ресурсы, можно сделать уроки интересными для детей, современными, увлекательными и продуктивными.

Объект: организация учебного процесса посредством информационно-коммуникационных технологий.

Предмет: процесс использования информационно-коммуникационных технологий на уроках как средств развития познавательного интереса школьника.

Целью нашей работы является использование информационно-коммуникационных технологий для активизации деятельности обучающихся.

В соответствии с целью в работе поставлены следующие задачи:

1. Детально изучить информационно-коммуникационные технологии.
2. Показать эффективность использования информационно-коммуникационных технологий.
3. Разработать учебные занятия с использованием средств ИКТ, направленных на формирование познавательного интереса школьников.

Информационные технологии применимы на уроках любых типов и в любой момент урока:

1. При изучении нового материала.

ЭОР обладают наглядностью и выразительностью, способствуют лучшему запоминанию учебного материала, служат мотиватором, который побуждает интерес учащихся. В работе с обучающимися мы используем сайт Российской Электронной Школы <https://resh.edu.ru/>.

2. При организации самостоятельной работы учащихся.

Ученику предоставляется выбор деятельности и темпа работы на уроке, обучение становится индивидуальным и дифференцированным. Возможность

использовать различные формы работы на уроке (парная, групповая). Также ЭОР развивают самостоятельную творческую деятельность учащихся. В своей работе мы выделяем следующие интернет-ресурсы:

<https://uchi.ru/>

<https://learningapps.org/>

<https://lecta.rosuchebnik.ru/>

3. При оценке и контроле успеваемости.

Процесс обучения не может осуществляться бесконтрольно. Оперативно выполнить проверку качества и уровня знаний ученика можно при помощи выполнения онлайн-тестов, викторин и других интерактивных заданий. В этом нам помогают такие интернет-ресурсы, как:

<https://uchi.ru/>

<http://www.triventy.com/>

<https://www.mentimeter.com/>

<https://kahoot.com/>

<https://get.plickers.com/>

Таким образом, использование ИКТ в учебном процессе активизирует обучение учащихся. Повышается эффективность обучения, совершенствуются различные формы и методы обучения. Использование ИКТ помогает заинтересовать обучающихся в детальном изучении материала. Но в то же время педагог должен формировать у подрастающего поколения навыки информационной безопасности и медиаграмотности, которые позволили бы учащемуся самостоятельно оценивать опасность тех или иных ресурсов, противостоять возникающим в глобальной сети Интернет новым угрозам и рискам, самостоятельно организовывать учебную деятельность в условиях функционирования информационной среды дистанционного обучения [1].

1. Голубев, О. Б., Никифоров О. Ю. Организация безопасного информационного пространства школьников в сети интернет / О. Б. Голубев, О. Ю. Никифоров; Современные научные исследования и инновации. 2014. – № 8–2 (40). – С. 161–163.

2. Голубев, О. Б., Никифоров О. Ю. Использование «облачных» сервисов при обучении информатике в сборнике: Системные стратегии: наука, образование, информационные технологии / О. Б. Голубев, О. Ю. Никифоров; Сборник научных статей. Вологодский государственный педагогический университет. 2013. – С. 44–47.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕРВИСА LEARNINGAPPS.ORG В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ИСТОРИИ

*Ю.В. Шумская*

*О.А. Котлярова, научный руководитель, канд. ист. наук, доцент  
Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина  
г. Елец*

В настоящее время мы наблюдаем процесс информатизации образования, который связан с внедрением в обучение и воспитание информационной продукции. Использование современных методов в организации процесса обучения, на наш взгляд, является одним из способов повышения качества образования. Особый интерес представляют технологии, благодаря которым обучающиеся рассматриваются как активные творческие субъекты учебной деятельности. К таковым относятся и информационные технологии.

Цель нашей работы – продемонстрировать методические возможности использования сервиса LearningApps.org при обучении истории и его роль в формировании творческих компетенций обучающихся.

На наш взгляд, в современной школе при организации процесса обучения информационные технологии используются не в полном объеме. Причины этого различны: отсутствие в школах информационно-коммуникационной базы, программных комплексов и систем; недостаточный уровень подготовки педагогов при работе с компьютерными технологиями. К тому же, несмотря на повышенное внимание исследователей к проблеме применения информационных технологий в образовании, на наш взгляд, недостаточно проработаны и теоретически обоснованы методики комплексного применения сетевых компьютерных технологий.

Современный школьник имеет возможность работать в информационно-образовательном пространстве в различных интернет-потоках. Широкое распространение в последние годы получали такие сервисы, как «Tagul.com», «Hot Potatoes», «Rebus1.com». Вовлечение в образовательный процесс методического материала, созданного с помощью данных информационных ресурсов, позволяет организовать учебное занятие в проблемно-познавательном ключе и реализовать основные принципы системно-деятельностного подхода. Помимо этого, интерактивные средства обучения, разработанные с помощью веб-сервисов, существенно пополняют банк учебных материалов педагога, что позволяет разнообразить урок и тем самым повысить мотивацию к изучаемому предмету.

В отличие от большинства современных интерактивных пособий и тренажеров, разработанных, как правило, для определенного УМК без возможности внесения изменений, сервис LearningApps.org позволяет просто и быстро создать электронное интерактивное упражнение или использовать уже готовое задание для работы на уроке. Все материалы приложения дифференциро-

ваны по предметным областям и уровню образовательной ступени, для которой они рассчитаны. Веб-сервис LearningApps.org создает условия для создания упражнений различного вида: хронологическая линейка, классификация, викторина с выбором правильного ответа, кроссворд. Разнообразны и исторические темы, по которым на сайте уже представлены готовые задания. Так, в зависимости от ступени обучения педагог может организовать выполнение упражнений по таким темам, как «Первые святые на Руси», «Правители России в Смутное время», «Герои Великой Отечественной войны». Педагог имеет возможность активно наполнять платформу заданиями.

Работа с веб-сервисом предусматривает минимальные знания ИКТ, что обуславливает его широкую доступность. Разработанные с помощью приложения материалы могут использоваться не только на учебных занятиях по истории, но и при проведении внеклассных мероприятий предметной области «общественные науки». Рассмотрим порядок использования сервиса LearningApps.org. Для полноценной работы с сайтом обязательным условием является регистрация. Затем педагог может выбрать любой тип упражнения, создать его пробный вариант и сохранить упражнение для дальнейшего использования.

Задания, разработанные с помощью данной программы, на наш взгляд, могут быть использованы на любом этапе урока: для актуализации знаний или закрепления уже изученного материала. Поскольку работа с историческим материалом в большинстве случаев предусматривает анализ большого объема информации, в создании интерактивных упражнений могут участвовать и сами ученики как на уроках, так и в качестве домашнего задания. Это позволяет обучающимся структурировать информацию, выделить существенные особенности того или иного процесса, а работа над созданием собственного интерактивного задания способствует развитию творческих компетенций школьников.

Рассмотрим конкретные примеры использования сервиса LearningApps.org на уроках по истории. Так, при изучении темы «Русь при Ярославичах» (6 класс) эффективным способом актуализации пройденного материала является выполнение упражнения «Хронологическая линейка», когда обучающимся необходимо расположить фотографии правителей Древней Руси в хронологическом порядке. Работа с темой «Общественный строй Руси: дискуссии в исторической науке» (6 класс) может быть организована с привлечением игры «парочки». Обучающиеся должны будут открывать (найти) пары среди картинок с терминами.

Таким образом, платформа LearningApps.org позволяет организовать работу как с классом в целом, так и выстроить индивидуальные траектории развития. Преимуществом использования данного веб-сервиса на учебных занятиях по истории является его доступность, креативность, наглядность, что способствует развитию познавательной активности обучающихся и наглядно-образного мышления в условиях современного информационного общества.

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ОПИСАНИЯ НЕРАВНОВЕСНОСТИ СИСТЕМЫ

*П.А. Виноградов*

*Н.Г. Баширов, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент,*

*И.А. Баширова, научный руководитель, канд. пед. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Равновесная термодинамика применяется для описания только равновесных систем и процессов, когда они переходят из одного равновесного состояния в другое равновесное состояние. В реальности все процессы происходят неравновесным способом, что всегда осуществляется рассеянием энергии, вследствие чего уменьшается работоспособность системы. Поэтому чтобы уменьшать или оптимизировать работу реальных установок, необходимо знать законы протекания этих процессов.

К настоящему времени считается, что все рассеяние энергии в неравновесных системах и процессах происходит только энтропийной диссипацией энергии системы, которое рассчитывается по формуле Л. Онсагера:

$$\sigma = \sum_i I_i \cdot X_i .$$

Нами проанализированы работы основоположников термодинамики К.А. Путилова, В.А. Эткина, М.А. Леонтовича, Л. Онсагера и И.Р. Пригожина.

Этот анализ показывает, что эти авторы, вводя такие новые энергетические параметры неравновесного состояния и процесса, как полный термодинамический потенциал, потенциальная функция состояния, воображаемое дополнительное поле и энтропийная диссипация, произвольно отмечают, что диссипация энергии в неравновесном процессе имеет, по меньшей мере, две составляющие. Первая составляющая – это энтропийная диссипация по Онсагеру, когда работоспособная энергия превращается в тепловую энергию и рассеивается. Как предполагает К.А. Путилов, существует и вторая составляющая диссипации энергии при неравновесных процессах, которая совершает система так называемую неиспользуемую работу – диссипацию. Для обоснования этих суждений К.А. Путилов обращается к работам Л. Онсагера, где последним вводятся в свои уравнения соотношения взаимности, которые возникают вследствие перекрестных процессов, происходящих одновременно при осуществлении неравновесных процессов. Например, известны в физике эффект Зеебека, эффект Пельтье, эффект Томсона, электрофорез и другие эффекты. В этих эффектах происходит одновременно несколько неравновесных процессов, например: теплообмен и массообмен или электрический ток. Они могут происходить одновременно, потому что перемещающиеся частицы имеют и массу, и заряды, и градиенты концентрации компонентов [1].

Однако вышеназванные авторы в свои уравнения не вносят параметр времени, как в реальных процессах, а параметры или функции состояния, не изменяющиеся со временем не смогут адекватно описать реальные процессы. Поэтому при энергетическом описании неравновесных процессов нами взяты две функции состояния системы – два параметра. Первый параметр – это собственная функция тела  $\Phi$ , которая определяет любое неравновесное состояние тела и его изменение – это количество энергии, диссипированное на неиспользуемую работу до установления равновесия  $\Delta\Phi$ . Второй параметр – собственное время системы, которое находится от данного состояния до установления равновесия  $\tau$ .

В работе приведено уравнение собственной функции

$$\Phi(\tau) = \frac{\Phi^{(n+1)}}{(n+1)!} \cdot \tau^{n+1}$$

при осуществлении самопроизвольного неравновесного процесса. При осуществлении эксперимента с затухающим вращением тела проанализированы нахождения всех величин неравновесного процесса. Также показан аналитически вывод уравнения движения по циклоиде брахистохрона, который имеет коэффициент диссипативности, равный трем. Третий пример приведен по определению коэффициента трения термодинамическим методом неравновесного самопроизвольного процесса, что может обобщить многие экспериментальные уравнения.

1. Маслов В. Н. Алгоритм открытий. – Москва : «ИРИС-ГРУПП», 2011. – 300 с.

## АСТРОНОМИЧЕСКИЕ И ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ

**Ф.С. Костерин**

**О.В. Калиничева**, научный руководитель, канд. физ.-мат. наук, доцент

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Цель исследования: определить, в каких предметных областях науки используются астрономические и геодезические системы координат, а также выяснить, какие прикладные задачи в образовании могут быть решены с помощью применения данных систем координат согласно образовательным стандартам.

Задачи исследования: изучить литературу по данной работе в соответствии с целью исследования; выяснить, для чего осуществляется преобразова-

ние из одной системы координат в другую, определить их связь между собой; определить, какие научные задачи решаются через использование астрономических и геодезических систем координат.

Актуальность исследования состоит в использовании астрономических и геодезических систем координат в научной среде, так как они являются наиболее удобными для получения координат точек земной поверхности в трехмерном пространстве, также они применяются для производства работ, требующих высокой точности измерений (например, при обосновании пунктов фундаментальной астрономо-геодезической сети (далее ФАГС)).

Основой определения как астрономических, так и геодезических координат является определенная фигура Земли. Так, например, в астрономических системах координат положение объекта определяется на поверхности геоида, а в геодезических системах координат – на поверхности эллипсоида. Существенное различие между системами координат заключается в отклонении отвесной линии от нормали к эллипсоиду, характеризующееся малыми углами, составляющими уклонение отвесной линии. Геодезические координаты  $B, L, H$  (широта, долгота и высота) отличаются от астрономических координат  $\varphi, \lambda, r$  (широта, долгота, геоцентрическое расстояние), определяемых астрономическими методами независимо от геодезических измерений.

Используя перечень открытых данных с сайта федеральной службы государственной регистрации кадастра и картографии, можно исследовать вопрос изменения координат пунктов ФАГС с течением времени под действием движения плит земной коры. Для данной задачи используем список координат пунктов ФАГС, а также формулы, характеризующие изменение координат, расположенных на Евразийской и Североамериканской плите. В декартовых координатах изменение координат  $i$ -го пункта, расположенного на  $j$ -ой плите записывается в виде:

$$\begin{aligned} X_i &= X_i^0 + (\omega_y^j Z_i^0 - \omega_z^j Y_i^0)(t - t_0) + X_i, \\ Y_i &= Y_i^0 + (\omega_z^j X_i^0 - \omega_x^j Z_i^0)(t - t_0) + Y_i, \\ Z_i &= Z_i^0 + (\omega_x^j Y_i^0 - \omega_y^j X_i^0)(t - t_0) + Z_i, \end{aligned}$$

где  $\omega_x^j, \omega_y^j, \omega_z^j$  – компоненты угловой скорости  $j$ -ой плиты, соответствующие кинематической модели движения плит земной коры NNR-NUVEL-1A [1].

Получив результаты расчётов, можно определить, на сколько миллиметров изменится положение пункта, установленного на эпоху  $t_0$  за время  $t$  под действием угловой скорости вращения континентальных плит. Также данный расчет дает представление о геофизической активности земной коры в зависимости от географического положения пунктов. Составленный график подтверждает это положение: Сибирская область и Дальний Восток показывают большие значения смещений, чем центральный и европейский районы России, а также другие ближайшие к России страны (Финляндия, Китай, Узбекистан, Польша, Латвия, Монголия, Украина).



Рис. Годовое смещение пунктов

В представленном примере рассматриваются вопросы, касающиеся комплекса научных дисциплин геофизики, исследующей физическими методами строение Земли и процессы, происходящие в геосфере. В частности, изучением физических основ деформации геологических тел в литосфере и динамических геологических процессов занимается тектонофизика.

В ходе исследования были решены задачи, которые можно применять в образовании старших классов при изучении курса астрономии, так как они направлены на развитие познавательных интересов, творческих и интеллектуальных способностей учащихся [2]. Использование знаний астрономических и геодезических систем координат в практической деятельности позволяет достичь понимания взаимосвязи астрономии с другими науками. Астрономические и геодезические системы координат имеют общую связь и большое прикладное значение для решения научных задач.

1. Жаров, В. Е. Сферическая астрономия: учебник для вузов / В. Е. Жаров. – Фрязино : Век 2, 2006. – 474 с. – Текст: непосредственный.

2. Российская Федерация. Законы. Приказ Минобрнауки России от 17 мая 2012 г. № 413 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования (с изменениями на 29 июня 2017 года)» / Российская Федерация. Законы. – Текст : электронный // КонсультантПлюс. ВерсияПроф. – Москва, 2017. – 1 CD-ROM.

## ЭЛЕКТРИЧЕСТВО ДЛЯ МАЛЫШЕЙ

*А.М. Купричева, М.И. Кулакова, Н.И. Шепелина*  
*О.Ю. Штрекерт*, научный руководитель, канд. физ.-мат. наук, доцент  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Проблема электробезопасности в настоящее время довольно распространена. Следует отметить, что важно рассказывать детям не только о правилах электробезопасности, но и о сущности тепловых и электрических явлений в природе. Необходимо правильно сформировать у детей понимание окружающей действительности: знание того, чем опасен электрический ток, и то, какие элементарные меры предосторожности нужно применять для обеспечения своей безопасности.

Умение наблюдать и ставить эксперимент по изучению физической природы тепловых и электрических явлений поможет не только раскрытию способностей детей, но и эффективному взаимодействию взрослых и детей в освоении правил безопасности.

Применение информационно-компьютерной технологии и лабораторных практикумов позволит развивать новые методы воспитания и обучения детей.

Проект «Электричество для малышей» нацелен на усвоение правил электробезопасности и их использования.

Цель проекта: сформировать у дошкольников (5–7 лет) и младших школьников (7–9 лет) понимание сущности электрических явлений через создание короткометражных видео-уроков и практикума с наглядным представлением тех или иных свойств.

Задачи проекта:

1. Создание видео-уроков для наглядной демонстрации электрических явлений у детей дошкольного и младшего школьного возраста.
2. Разработка методических материалов для проведения занятий по теме «Электричество».
3. Разработка лабораторных практикумов и интерактивных занятий с возможностью построения элементарных электрических схем, адаптированных для детей дошкольного и младшего школьного возраста.

Программа мероприятий проекта состоит из двух взаимосвязанных разделов. Первый раздел – теоретический. Он включает в себя такие понятия, как «электричество», «электрический ток», «электростанция», «проводник», «диэлектрик» и другие; элементарные меры предосторожности при использовании бытовых приборов, при нахождении вблизи электроустановок. Весь материал адаптирован под возрастные особенности восприятия дошкольников 5–7 и 7–9 лет.

Второй раздел – экспериментальный. Он направлен на закрепление полученного ранее материала в занимательных опытах. Детское восприятие задействуется почти на 100 %.

На всех этапах мероприятия, включая даже эксперимент, дети являются активными участниками. Совокупность элементов нашего подхода влияет на интерес дошкольников и школьников, вследствие чего повышается качество усвоения информации. Теоретический материал подается в виде анимации, а при рассказе о физических явлениях детям представляются мультперсонажи: Муравьишка-электрон, Плюся [1] и другие. Отдельное внимание уделено дизайну, который выполнен таким образом, чтобы приковать внимание маленьких неусидчивых зрителей. Добрые, одушевленные персонажи воспринимаются легко и вызывают неподдельный интерес дошкольников и младших школьников.

На сегодня разработана методика проведения занятий для детей в группах 5–7 лет и 7–9 лет. Предполагается, что оптимальным количеством учащихся будет группа из 5–7 человек. Также разработана программа лабораторных практикумов и практических занятий для данных возрастных категорий.

На этапе реализации находится создание видео-уроков и мультипликации для теоретической подачи материала на занятиях.

С помощью сочетания таких компонентов, как упрощение подачи информации, доступное к пониманию детьми, мультфильмы, занимательные эксперименты и формат сказки, мы помогаем детям понимать, усваивать и экспериментально закреплять трудный материал.

1. Штрекерт, О. Ю. Физика для малышей. Наука XXI века: опыт прошлого – взгляд в будущее материалы II Международной научно-практической конференции; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)», Омск – 2016. – С. 929–933.

## СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ГИТАРЫ

*А.С. Неспятин*

*О.Ю. Штрекерт, научный руководитель, канд. физ.-мат. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Электрогитара – разновидность гитары с электромагнитными звукоснимателями, преобразующими колебания металлических струн в колебания электрического тока.

Методика изготовления электрогитары связана со знакомством и изучением некоторых областей научного знания. К ним относятся: основы акустики, физика электромагнитных колебаний и волн, основы конструкционного и электротехнического материаловедения и т.д. Также считаю, что необходимо как минимум заниматься основами музыкального искусства и иметь навыки работы со струнными музыкальными инструментами.

Таким образом, есть два основных варианта работы в процессе изготовления гитары:

- изготовление электрогитары «методом проб и ошибок» (то есть, не зная и не изучая основ физических процессов и даже не имея музыкального опыта);
- предварительно изучив все особенности и физические законы работы данного прибора.

В любом случае в процессе изготовления инструмента автор получает возможность ознакомления с основными физическими процессами и особенностями работы данного прибора.

При этом изготовление электрогитары возможно в любом возрасте – от 8 до 99 лет. Это может стать хорошей мотивацией для детей при дальнейшем изучении таких предметов, как окружающий мир, природоведение, физика, химия, технология. А также может стать толчком к изучению музыковедения и аналогичных дисциплин. То есть ребенок будет мотивирован на знакомство с музыкой как в целом, так и с отдельными музыкальными произведениями и инструментами. Возможно это даст толчок к развитию музыкальных способностей маленького человека.

С другой стороны, процесс изготовления гитары даст толчок к изучению естественных и технических наук и поможет в выборе профессии в дальнейшем (например, в области инженерии).

Я знаю, что некоторые люди создают электрические гитары по заказу своими руками, и мне стало интересно, насколько это сложный и трудоемкий процесс, поэтому я решил сам сделать электрическую гитару по своему способу и найти нетрудоемкий и несложный способ по созданию электрической гитары.

Цель: изготовить электрическую гитару и сравнить ее параметры с характеристиками заводской электрической гитары.

Задачи:

1. Изучить способы создания электрической гитары [1].
2. Выбрать наименее затратный способ.
3. Изготовить электрическую гитару.
4. Сравнить по ряду признаков с заводской электрической гитарой.

Реализация:

1. Сначала я приобрел все необходимое для изготовления электрогитары: древесину, электрокомпоненты, струны и т.д.
2. Далее приступил к изготовлению по чертежу, найденному в интернете [2].
3. По фанерному шаблону вырезал корпус. Нанес разметку для пазов.
4. Гриф и головку грифа у меня изготовить не получилось, поэтому я его приобрел. Материал: палисандр.
5. Скрепляем гриф и корпус электрической гитары.
6. Установка электрокомпонентов. Собираем электрическую часть гитары.
7. Устанавливаем струны и можно настраивать гитару.

После создания электрической гитары я решил ее сравнить со своей электрической гитарой из магазина. Я выделил следующие критерии.

1. Цена: по затратам на материалы самодельная гитара в 3–4 раза дешевле.
2. Характеристики звука: по большей части звучание электрической гитары зависит от качества самого дерева и качества звукоснимателей. Так как дерево я брал такое же, как и в заводской гитаре, и звукосниматели тоже подбирал такие же, то звучание может различаться только из-за качества дерева.
3. Доступность: все материалы для изготовления доступны в розничной торговле.

Самодельная электрогитара позволяет:

- 1) мотивировать ребенка к занятиям музыкой; её можно использовать для начала обучения игры на гитаре в музыкальной школе и дома самостоятельно;
- 2) мотивировать детей в дальнейшем к изучению таких предметов, как физика, механика, технология и т.д.;
- 3) улучшению взаимопонимания и взаимопомощи в семье;
- 4) можно открыть программы по изучению истории и созданию электрогитары в школах дополнительного образования.

1. Guitar.ru. Информация для музыкантов : [сайт] – URL: <http://guitar.ru/articles/guitar-building/aria.html> (Дата обращения 20.03.20) . – Текст : электронный.

2. Wallhere.com Чертеж корпуса электрической гитары:[сайт] – URL: [https://c.wallhere.com/photos/c6/8d/1366x768\\_px\\_Blueprints\\_Guitar\\_Ibanez\\_musi-c-1348661.jpg!d](https://c.wallhere.com/photos/c6/8d/1366x768_px_Blueprints_Guitar_Ibanez_musi-c-1348661.jpg!d) (Дата обращения 20.03.20). – Текст : электронный.

## ТРАНСМУТАЦИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ В РЕАКТОРАХ-ДОЖИГАТЕЛЯХ

*А.В. Пономарев*

*Ю.Б. Чертков, научный руководитель, канд. физ.-мат. наук, доцент*  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
г. Томск

Несмотря на то, что ядерная энергетика имеет такое весомое преимущество, как огромная энергоёмкость, у неё имеются также и серьезные недостатки. Один из самых существенных – радиоактивные отходы. На сегодняшний день в мире накоплено около 300 тысяч тонн отработавшего ядерного топлива.

Для решения этой проблемы активно применяется складирование (захоронение) РАО в металлических контейнерах в глубоких геологических формациях, однако мест для строительства таких хранилищ довольно мало, а сроки безопасного хранения РАО очень неопределенные. Альтернативным методом обращения с РАО является их переработка или трансмутация.

Целью данной работы является определение оптимальных методов трансмутации.

Были поставлены следующие задачи:

1. Анализ основных методов трансмутации, обзор литературы.
2. Определение оптимальных процессов трансмутации.
3. Создание расчетной модели установки для трансмутации РАО и оценка её эффективности (с использованием программы WIMSD5B).

Трансмутация РАО представляет собой преобразование одних веществ в другие путем ядерных реакций (в основном деления или радиационного захвата).

Возможность выжигания делящихся материалов с большим периодом полураспада в существующих реакторах деления очень ограничена, эти элементы паразитно поглощают нейтроны и нарушают их баланс в активной зоне. Уничтожение ПД (продуктов деления) возможно при рециклировании, но не для всех ПД.

$Tc^{99}$  и  $I^{129}$  являются основными ПД-кандидатами для трансмутации в существующих моделях реакторов, но изучался экспериментально только  $Tc^{99}$ . Преобразование  $Tc^{99}$  и  $I^{129}$  в стабильные  $Ru^{100}$  и  $Xe^{129}$  связано с захватом нейтрона, и в этих реакциях дополнительных нейтронов не образуется. Поэтому введение этих элементов в реактор будет понижать реактивность или укорачивать кампанию топлива, если не увеличивать его обогащение, чтобы компенсировать эту потерю реактивности [1].

Процесс трансмутации укорачивает время естественного распада и при определенном значении нейтронного потока среднее время жизни облучаемого изотопа определяется выражением:

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\sigma \cdot \Phi}. \quad (1)$$

Оно является характеристикой скорости трансмутации долгоживущих ПД (здесь  $\sigma$  – поперечное сечение ядерной реакции трансмутации,  $\Phi$  – плотность нейтронного потока). Существуют два варианта трансмутации  $Tc^{99}$  в реакторах на быстрых нейтронах: в специальной сборке, которая размещается на внешнем радиусе или в центре АЗ, при этом эта сборка может включать в себя замедляющий материал (1-й способ), а может быть и без него (2-й способ). В качестве замедлителя может применяться  $CН_2$ . Вариант с замедлителем рассматривается потому, что  $Tc^{99}$  имеет низкое сечение захвата быстрых нейтронов, а замедление их до тепловых повысит эффективность трансмутации. Однако при этом для поддержания эффективной работы ЯР необходимо повышать обогащение топлива [2].

Быстрый реактор мощностью 1200 МВт с замедляющей сборкой может трансмутировать  $Tc^{99}$ , образованный в 5 реакторах PWR мощностью 1 ГВт, или 4 PWR, если используется сборка без замедляющего материала. Процесс требует весьма большой загрузки  $Tc^{99}$ , что приводит к конструкционным проблемам и экономическим потерям.

Для повышения эффективности трансмутации ПД проводится изучение так называемой «двойной таблетки»: центральная зона состоит из  $Tc^{99}$ ,  $Am^{243}$  или каких-либо других ПД, окруженных кольцом из материала, замедляющего нейтроны (графит, бериллий или др.).

При размещении такихборок по центральному радиусу АЗ реакторов на тепловых нейтронах трансмутация ПД может достигнуть 10 % в год.

Трансмутация  $I^{129}$  была рассчитана в предположении, что  $I^{129}$  будет введен в NaI с концентрацией данного изотопа 76 %. В лучшем случае уничтожаются в процессе трансмутации 18 кг/год, что соответствует его образованию в 3 реакторах PWR в год.

Уровни трансмутации ПД нужно сравнивать с уровнем их образования в расчете на 1 ГВт. Один ЛВР мощностью 1 ГВт образует 21 кг/год  $Tc^{99}$ , или 0,02 кг/МВт·год. Из приведенного следует, что быстрые реакторы предпочтительней, они могут уничтожать продукцию  $Tc^{99}$ , созданную 5 реакторами ЛВР. Таким образом, реакторы ЛВР значительно менее эффективны, чем реакторы на быстрых нейтронах [3].

1. Карелин, В. А., Страшко, А. Н. Технология переработки облученного ядерного топлива. Изд. ТПУ – 2018, С. 89.

2. Елагин, Ю. П. Исследования реакторных систем поколения IV // Атомная техника за рубежом. – 2007, № 11. – С. 7–18.

3. Скачек, М. А. Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС / М. А. Скачек. – Москва : Издательский дом МЭИ, 2007. – 448 с.

## ИНФОГРАФИКА ДЛЯ ЭНЕРГЕТИКОВ

*И.А. Попов*

*О.Ю. Штрекерт, научный руководитель, канд. физ.-мат. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Инфографика – это графический способ подачи информации, данных и знаний, целью которого является быстро и чётко преподнести сложную информацию. Она позволяет большие объёмы информации представлять в виде простых и логически взаимосвязанных, зрительно запоминающихся схем. Именно это свойство сделало инфографику не просто современным методом обучения, а одним из видов учебного творчества.

Цель проекта: реструктурировать традиционный порядок изучения дисциплины, применив графический способ подачи информации (инфографика) для наиболее эффективного усвоения материала на примере дисциплин, изучаемых в вузе и школе («История электроэнергетики», «История развития математической науки»).

Задачи:

1. Собрать и упорядочить сведения об истории электроэнергетики.
2. Представить историю электроэнергетики в виде схемы, на которой представлена хронология открытий.
3. Провести презентацию проекта.
4. Внедрить проект в лекционный курс дисциплины «История электроэнергетики» в Вологодском государственном университете.

Инфографику можно использовать в совершенно разных областях, разных предметах и на всех ступенях обучения. В перспективе планируется разработать элективный курс для учащихся общеобразовательных школ по истории инфографики, знакомству с различными ресурсами, позволяющими ее создавать и применять для реализации проектов.

Актуальность проекта: позволяет обеспечить доступ педагогов и учеников к передовым образовательным программам, внедрять индивидуальные подходы к обучению, направленные на раскрытие способностей каждого.

Новизна:

1. Возможность конструирования педагогического процесса на основе графических методов представления информации.
2. Переход от традиционного обучения к инновационному подходу подачи информации, что влияет прямо или опосредованно на саморазвитие, самовоспитание и самообучение студентов, повышение уровня их профессионального развития.
3. Единый подход к процессу изучения не только отдельно взятой дисциплины, но и комплекса дисциплин конкретного технического направления.
4. Эффективный способ ознакомления с лекционным материалом.

В ходе выполнения работы разработана инфографика «История развития электроэнергетики», «История развития математической науки» с помощью ресурса Pictochart.

Результаты работы могут быть внедрены в лекционный курс дисциплины «История электроэнергетики» и «История техники».

Перспективность проекта заключается в возможности представления материала в инфографике для дистанционного обучения.

## REPROCESSING OF SLUDGE LIGNIN IN THE ENVIRONMENT OF HIGH-FREQUENCY PLASMA

*A.E. Tikhonov*

*I.Yu. Novoselov, scientific supervisor*

Tomsk Polytechnic University

Tomsk

**Rationale.** One of the urgent tasks of environmental management is to solve the problem of reprocessing of large-tonnage industrial waste. The amount of some carbon-containing wastes is so great that they are considered as secondary technogenic raw materials. Lignin as an integral part of wood is the most difficult-to-utilize waste that is formed during its chemical processing. On the other hand, it is a potential raw material resource for industry. Currently, there are no comprehensive technical solutions for the processing of sludge lignin. In this regard, it is of interest to process such waste in conditions of high plasma temperatures.

**Research methods.** Calculation of compositions, thermodynamic modeling, analysis of calculated.

**Purpose and objectives.** The purpose of the work is to study the possibility and efficiency of plasma reprocessing of sludge lignin in the air plasma of a high-frequency torch (HFT) discharge. To achieve the purpose, a number of objectives were posed: determining the optimal composition of the water-organic composition (WOC), consisting of water and sludge lignin with mechanical impurities; conducting thermodynamic modeling of the plasma reprocessing process; analysis of calculation results and issuing recommendations on the implementation of the process.

**Calculation of WOC.** A significant reduction in energy consumption can be achieved by plasma treatment of sludge lignin in the form of combustible WOC. An objective indicator of the combustibility of such compositions is their adiabatic combustion temperature  $T_{ad}$  [1].

As experiments on the burning of liquid combustible waste of some organic substances have shown, their sufficient and complete combustion in chambers with small heat losses to the environment is observed at  $T_{ad} \geq 1200$  °C, this temperature is necessary and sufficient for independent burning of waste [2].

Typically, the content of solids in sludge lignin is up to 10 %. After calculations, we can recommend the WOC based on sludge lignin, having the following optimal composition: 70 % water : 30 % sludge lignin (including 10 % solids). The energy consumption for reprocessing of such composition reaches  $\approx 18.73$  MJ/kg, which makes it possible to obtain up to 1.6 MW/h·t of thermal energy during its plasma treatment. This energy which can be used for technological and domestic needs.

**Thermodynamic modeling of plasma reprocessing of WOC.** The TERRA program was used to calculate the equilibrium compositions of gaseous and condensed products of plasma treatment of WOC. The calculations were carried out at atmospheric pressure (0.1 MPa), in a wide temperature range (300–4000 K) and mass fractions of an air plasma coolant (0.1–0.9). For modeling the characteristic stoichiometric ratio of the components of the sludge lignin  $C_{10.15}H_{10.65}O_{2.95}S_{0.1}$  was used.

At a mass fraction of air of 89 % and temperatures up to 3200 K, mainly  $N_2$ ,  $CO_2$  and  $H_2O$  are formed in the gas phase, and  $SiO_2$ ,  $SiO_3$  and  $CaTiO_3$  are formed in the condensed phase (compounds emerging from mechanical impurities), as well as C (soot), indicating the fact that the reprocessing with a mass fraction of air plasma coolant 89 % is not in the optimal mode.

An increase in the mass fraction of air from 89 % to 90 % leads to the disappearance of soot in the products of plasma reprocessing of sludge lignin in air plasma. The absence of soot and an insignificant amount of CO and NO indicate that the plasma reprocessing of sludge lignin in the form of WOC is proceeding in the optimal mode. A further increase in the mass fraction of air coolant will lead to a decrease in lignin productivity without qualitatively changing the composition of the processed products.

**Conclusions.** Taking into account the obtained results, for the practical implementation of the process of plasma reprocessing of sludge lignin in air plasma, the following optimal modes can be recommended:

- WOC composition: 70 % water : 30 % sludge lignin containing 10 % of solids.
- mass ratio of phases: 90 % air : 30 % WOC;
- operating temperature range:  $1500 \pm 100$  K.

The results of the studies can be used to create a technology for plasma reprocessing of sludge lignins.

1. Novoselov I.Yu., Podgornaya O.D., Shlotgauer E.E., Karengin A.G., Kokarev G.G. Plasma utilization and magnetic separation of modeling waste from spent nuclear fuel reprocessing // Russian Physics Journal. – 2014. – Vol. 57. – Iss. 2/2. – P. 26–30 [In Russ.].

2. Bernadiner M.N., Shurygin A.P. Fire processing and disposal of industrial waste. – M.: Chemistry Pub., 1990. – 304 p [In Russ.].

## ПРОГНОЗ СБЛИЖЕНИЙ С ЗЕМЛЕЙ ОПАСНЫХ НЕБЕСНЫХ ТЕЛ

*М.А. Чувилева*

*Н.И. Перов, научный руководитель, канд. физ.-мат. наук, доцент*

Ярославский государственный педагогический университет

им. К.Д. Ушинского

г. Ярославль

Как известно, для современной астрономии решение проблемы астероидно-кометно-метеороидной опасности представляет практический интерес. Астероидно-кометная опасность (АКО) – опасность, обусловленная возможными столкновениями Земли с малыми телами Солнечной системы (астероидами и кометами) с причинением крупного ущерба населению планеты вплоть до уничтожения цивилизации. Во всем мире растет понимание того, что и другие космические опасности следует изучать. Тела с размерами от 30 м до 100 м падают на Землю с частотой от 250 лет до 3000 лет. В проблеме АКО выделяют задачи обнаружения (выявления) всех опасных небесных тел и определения их свойств; оценку риска; противодействие и уменьшение риска. В настоящее время число выявленных опасных тел размером 50 м не превышает 1 % от общей оценки числа таких тел. При решении проблемы оценки риска требуется с высокой степенью надежности определить вероятность столкновения, возможные его последствия и выработать адекватное решение.

Ниже, в рамках парной пространственной задачи двух тел («Солнце-частица», «Солнце-Земля»), разрабатывается численно-аналитический метод для поиска эпохи, соответствующей глобальному минимуму расстояния малого тела от Земли.

Введем обозначения:  $G$  – гравитационная постоянная,  $M_S$ ,  $m_1$ ,  $m_2$  – массы Солнца, Земли и астероида соответственно;  $a_1$ ,  $a_2$  – большие полуоси;  $e_1$ ,  $e_2$  – эксцентриситеты;  $i_1$ ,  $i_2$  – наклоны плоскостей орбит к плоскости эклиптики (на указанную эпоху);  $\omega_1$ ,  $\omega_2$  – аргументы перигелиев;  $\Omega_1$ ,  $\Omega_2$  – долготы восходящих узлов Земли и астероида;  $M_{01}$ ,  $M_{02}$  – средние аномалии Земли и астероида на произвольно выбранный начальный момент времени  $t_0$  соответственно.

### Основные уравнения

Соотношение для поиска эпох  $t$  (и минимального расстояния между Землей и малым телом  $r_{12}$ ) представим в виде

$$r_{12}^2 = (r_1 - r_2)^2 = r_1^2 - 2r_1r_2 + r_2^2 = \min, \quad (1)$$

где  $r_1$  и  $r_2$  – гелиоцентрические векторы положений Земли и астероида (кометы).

Соответствующее уравнение примет вид

$$\frac{dr_{12}^2}{dt} = 0, \quad (2)$$

или, воспользовавшись методом Ньютона–Рафсона, для моментов времени  $t$  сближений рассматриваемых тел получим для  $k+1$  итерации

$$t_{k+1} = t_k - \frac{dr_{12}^2}{dt} / \frac{d^2(r_{12}^2)}{dt^2} = 0, \quad (3)$$

где

$$r_1 = a_1(1 - e_1 \cos E_1), \quad (4)$$

$E_1$  и  $E_2$  – эксцентрисические аномалии и интервал времени  $t$  движения тел связаны уравнением Кеплера [1, с. 684]

$$E_1 - e_1 \sin E_1 = n_1 t + M_{01}. \quad (5)$$

Очевидно,

$$\frac{d}{dt}(r_{12}^2) = 2r_1 \frac{dr_1}{dt} - 2 \frac{dr_1}{dt} r_2 - 2 \frac{dr_2}{dt} r_1 + 2r_2 \frac{dr_2}{dt}, \quad (6)$$

$$\frac{d^2}{dt^2}(r_{12}^2) = 2 \left( \frac{dr_1}{dt} \right)^2 + 2r_1 \frac{d^2 r_1}{dt^2} - 2 \frac{d^2 r_1}{dt^2} r_2 - 4 \frac{dr_1}{dt} \frac{dr_2}{dt} - 2 \frac{d^2 r_2}{dt^2} r_1 + 2 \left( \frac{dr_2}{dt} \right)^2 + 2r_2 \frac{d^2 r_2}{dt^2}. \quad (7)$$

Величины  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , их первые и вторые производные найдем с использованием равенств (2) и (7), записанных для Земли (1) и опасного тела (2). Все вычисления – аналитические и численные – производим с применением системы «MAPLE 15».

**Пример.** Спрогнозируем эпоху  $t$  сближения с Землей опасного астероида 2019 SU3. Элементы орбиты Земли и этого тела возьмем на дату 27 апреля 2019 г. За единицу массы примем массу Солнца  $M_S = 2 \cdot 10^{30}$  кг; в качестве единицы длины возьмем астрономическую единицу (1 а.е. = 149597888.9 км); за единицу времени возьмем тропический год (1 тр. год = 365.2422·24·3600 секунд).

В указанных единицах измерений имеем –  $m_1 = 6 \cdot 10^{24}$  кг =  $3 \cdot 10^{-6}$  единиц массы,  $G = 6.672 \cdot 10^{-11}$  м<sup>3</sup>/(кг·с<sup>2</sup>) = 39.691638173 (единица длины)<sup>3</sup>/(единица времени)<sup>2</sup>·единица массы). Массой астероида ( $m_2$ ) пренебрегаем.

Выбираем значение  $t$  – интервал времени, прошедший после 27 апреля 2019 года. По формуле (3) вычисляем искомые величины  $r_{12}$  и  $t$  на  $k$ -м шаге итерационного процесса Ньютона–Рафсона. Итерации прекращаем для заданной точности  $r_{12}$ . Находим  $r_{12} = 0.006441757$  а.е.  $t = 88.14735200$  лет.

Как и следовало ожидать, для невозмущенного движения вычисленный глобальный минимум  $r_{12c} = 0.00644175$  а.е. не совпал с уточненным значением минимума  $r_{12} = 0.0022$  а.е., а вычисленная эпоха  $t_c = 27$  апреля 2019 г. + 88.1473520 тр. год не совпала с эпохой минимума расстояния  $t = 27$  сентября 2084 г. Заметим, что 12 октября 2019 года этот астероид был удален из таблицы опасных астероидов.

Расстояние  $r_{12} = r_{12}(E_1, E_2)$  между Землей и астероидом 2019 SU3 в астрономических единицах. Эксцентрисические аномалии тел  $E_1$  и  $E_2$  заключены в интервале от 0 до 70 рад.

1. Справочное руководство по небесной механике и астродинамике / В. К. Абалакин, Е. П. Аксенов, Е. А. Гребенников [и др.]; под редакцией Г. Н. Дубошина. – Москва : Наука. Глав. ред. физ.-мат. лит., 1976. – 864 с. – Текст: непосредственный.

## **ВИРТУАЛЬНЫЙ ТРЕНАЖЕР ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ ОГЭ ПО ФИЗИКЕ**

*Д.А. Шадрин*

*С.К. Корнейчук, научный руководитель, канд. физ.-мат. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Самообразование – самое действенное средство в наше время для достижения поставленной цели. Если получение теоретических знаний не вызывает никаких затруднений, то практические навыки и уж тем более решение нестандартных экспериментальных заданий есть проблема. Встает на первый план дистанционное решение экспериментальных заданий в самом широком диапазоне: от лабораторного практикума в школе, экспериментальных заданий ОГЭ и ЕГЭ [1, 2] до экспериментального тура олимпиад.

Цели и задачи исследования:

1. Провести анализ существующих экспериментальных заданий по физике в ОГЭ в виртуальной реальности.

2. Создать виртуальный тренажер по физике экспериментальных заданий ОГЭ для реализации профильной и дополнительной программ средней школы.

Экспериментальные задания в структуре ОГЭ по физике динамичны как по месту расположения (№ 23 до 2020 г., № 17 в 2020 г., и в перспективных разработках под № 16), так и по количественному и качественному изменению лабораторных работ от 21 до 43. Причем уменьшения лабораторных наборов, но увеличение в них качественно нового состава оборудования привело к созданию лабораторных работ, не описанных в школьном учебнике.

Виртуальный тренажер экспериментальных заданий ОГЭ по физике позволит создать возможность самостоятельной подготовки к ОГЭ по экспериментальным заданиям; восполнить пробелы по лабораторным работам, пропущенным в учебное время, в том числе при дистанционной форме обучения; проявить творческий подход к самостоятельному созданию перспективных экспериментальных заданий ОГЭ на базе новых комплектов оборудования. С учетом экспериментальных заданий на косвенные измерения физических величин, а также заданий, проверяющих умение представлять экспериментальные результаты в виде таблиц или графиков и делать выводы, заданий, проверяющих умение проводить экспериментальную проверку физических законов,

структура программы «Виртуальный тренажер экспериментальных заданий ОГЭ по физике» (рис. 1) включает:

- разделы курса физики, где располагаются прогнозируемые экспериментальные задания с учетом предлагаемых комплектов лабораторных наборов;
- теорию погрешностей;
- обратную связь.

Техническое решение программы – среда выполнения: .NET Framework 3.5+, совместимость с ОС: Windows XP+, языки: C#, XAML.

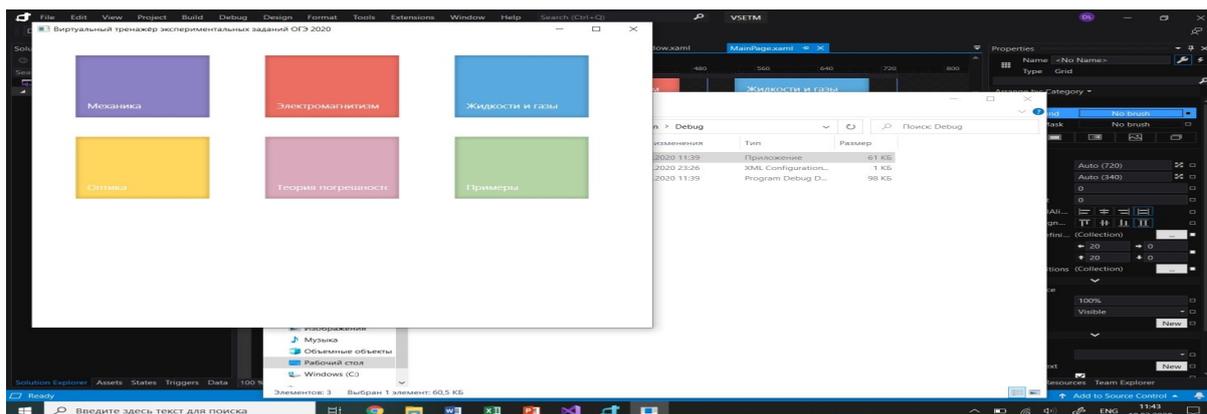


Рис. 1. Скан элемента программы «Виртуальный тренажер экспериментальных заданий ОГЭ по физике»

Каждое экспериментальное задание по разделам курса физики сопровождается краткой теорией, ходом выполнения задания, моделью установки, возможным решением с критериями оценивания и примерами реального выполнения заданий с предполагаемыми ошибками и их разбором (рис. 2).

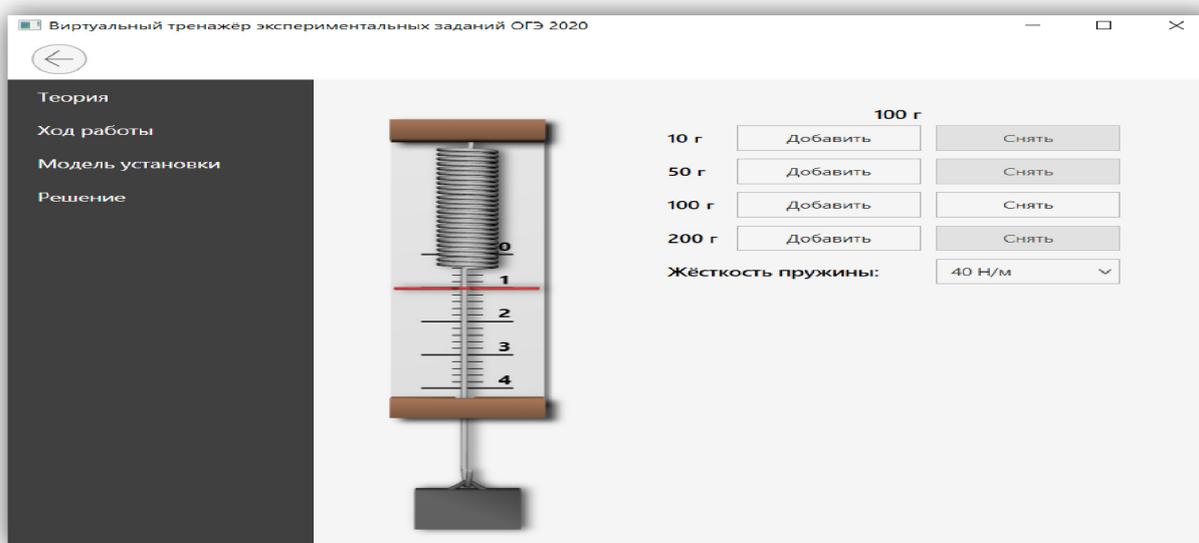


Рис. 2. Скан экспериментального задания в программе «Виртуальный тренажер экспериментальных заданий ОГЭ по физике»

Данная программа позволит учащимся проявить себя в качестве исследователя в области физики и подготовиться к сдаче ОГЭ в ее экспериментальной части.

1. Федеральный институт педагогических измерений: официальный сайт. – Москва, 2002. – URL: <http://www.fipi.ru/oge-i-gve-9/demoversii-specifikacii-kodifikatory> (дата обращения 10.03.2020).

2. Никифоров, Г. Г. ОГЭ 2020. Физика. Тренажер. Экспериментальные задания / Г. Г. Никифоров, Е. Е. Камзеева, М. Ю. Демидова. – Москва : Издательство «Экзамен», 2020. – 144 с.

## НЕИЗВЕСТНЫЕ МАССИВНЫЕ ТЕЛА СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

*А.А. Шалагин*

*О.В. Калиничева, научный руководитель, канд. физ.-мат. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Цель исследования – изучить возможность существования неизвестного массивного тела (планеты X), оказывающего гравитационное воздействие на орбиты комет. В соответствии с этой целью решались следующие задачи: изучить исследования по проблеме за последний год; определить метод обнаружения неизвестного массивного тела; исследовать параметры кометных орбит для обнаружения гравитационного влияния на них неизвестного массивного тела.

Актуальность темы обусловлена прежде всего большим интересом ученых к данной проблеме, что подтверждается большим количеством публикаций, связанных с девятой планетой.

В 2019 году была проведена работа по данной теме, поиски неизвестного массивного тела осуществлялись с помощью исследования распределения афелиев, итогом работы стало предположение, что перигелий неизвестной планеты может находиться в интервале 150–400 а.е. на долготе  $\approx 270^\circ$ , а афелий – в интервале 400–1000 а.е. на долготе  $\approx 90^\circ$  [1]. За последний год были продолжены исследования по данной проблеме, например работа Гулиева [2].

Главное отличие моей работы от большинства других исследований по этой теме – обычно параметры планеты X определяются по орбитам транснептуновых объектов, а в моей работе – по орбитам комет. Основным методом определения параметров планеты X при помощи комет – это распределение узлов. Если кометные ядра выброшены планетой X, то узел гелиоцентрической орбиты кометы должен располагаться около орбиты «материнской» планеты. Если планеты нет, то распределения узлов с увеличением узлового расстояния должно быть равномерным [2]. Узел орбиты – одна из двух диамет-

рально противоположных точек небесной сферы, в которых орбита какого-либо небесного тела пересекается с некоторой условной плоскостью.

В работе использовались данные Центра малых планет (Minor Planet Center, <https://minorplanetcenter.net/data>). На основе которых был составлен каталог комет. Он включает элементы орбит комет в появлениях до 2020 года включительно и содержит данные о 3644 кометах. Но данных, которые были получены в Центре, оказалось недостаточно, чтобы полностью описать орбиты комет. Поэтому пришлось производить дополнительные расчеты по исходным данным.

Были рассчитаны: гелиоцентрическое расстояние восходящего узла ( $R_A$ ); гелиоцентрическое расстояние нисходящего узла ( $R_D$ ). Для чистоты исследования все расчеты велись для четырёх плоскостей: плоскость эклиптики; плоскость галактики; плоскости, расположенные относительно плоскости эклиптики с параметрами ( $\Omega = 90^\circ$  и  $i = 90^\circ$ ;  $\Omega = 300^\circ$  и  $i = 25^\circ$ ).

Опираясь на исследование прошлой работы, были выделены 2 интервала 150–400 а.е., 400–1000 а.е. [1]. По данным интервалам построены гистограммы распределения для плоскостей (рис. 1 и 2).

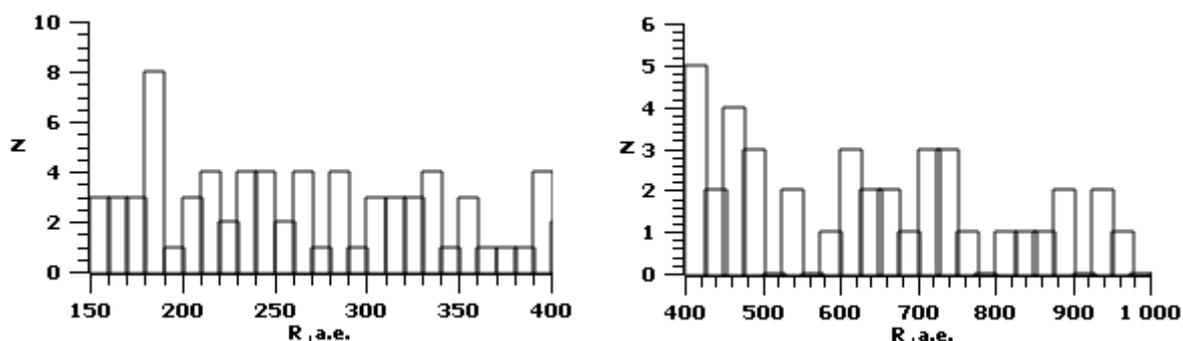


Рис. 1. Гистограммы распределения узловых расстояний  $R$  для плоскости эклиптики

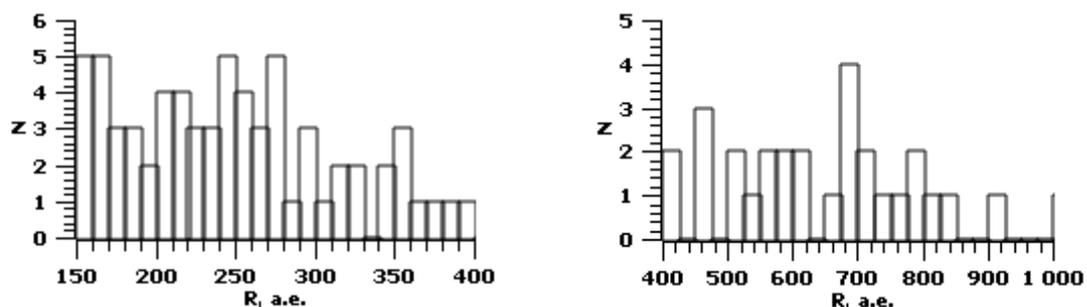


Рис. 2. Гистограммы распределения узловых расстояний  $R$  для плоскости с параметрами  $\Omega = 300^\circ$  и  $i = 25^\circ$

При анализе графиков было выявлено: для плоскости эклиптики и галактики наблюдается более-менее равномерное уменьшение количества узлов с увеличением расстояния; для третьей плоскости наблюдается увеличение уз-

лов на расстоянии 250–350 а.е. и на расстоянии 700–800 а.е.; для четвертой плоскости наблюдается увеличение узлов на расстоянии 200–300 а.е. и на расстоянии 620–740 а.е. Так как для плоскости эклиптики и галактики наблюдается более-менее равномерное уменьшение количества узлов с увеличением расстояния, то можно предположить, что в этих плоскостях планеты X может и не быть (рис. 1). Для третьей плоскости можно предположить, что перигелий неизвестной планеты X может находиться в диапазоне 250–350 а.е., а афелий – в диапазоне 700–800 а.е. Для четвертой плоскости можно предположить, что перигелий неизвестной планеты X может находиться в диапазоне 200–300 а.е., а афелий – в диапазоне 620–740 а.е. (рис. 2).

1. Шалагин, А. А. Поиск планеты X с помощью комет / Шалагин А. А. – Текст: электронный // Молодые исследователи – регионам: межд. конф. (Вологда, 23-24 апреля 2019). – Вологда : Изд-во Вологодский государственный университет, 2019. – С. 172–174. – URL: <https://regconf.vogu35.ru/index.php/component/phocadownload/category/5-sborniki-otdelno?download=62:tom-1-tekhnicheskie-nauki> (дата обращения 26.03.2020)

2. Guliyev, A. S. System of Long-Period Comets as Indicator of the Large Planetary Body on the Periphery of the Solar System / Guliyev A. S., Guliyev R. A. – Текст: непосредственный // Acta Astronomica. – 2019. – V. 69, № 2. – P. 177–20

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ РЕМОНТЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ МОСТОВ

**С.В. Батова**

*И.Н. Старишко, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Современный мир развивается стремительно: строятся города, происходит улучшение инфраструктуры, строятся и реконструируются автомобильные дороги, растёт количество населения и вместе с этим растут потребности людей.

С древних времён для улучшения качества жизни людей строятся различного рода мостовые конструкции. Современные мостовые конструкции являются универсальными искусственными сооружениями для быстрого и безопасного пропуска различных видов транспорта и пешеходов.

Различные факторы в период эксплуатации влияют на несущую способность мостов, на срок их службы, прочность, износ и так далее.

Главными причинами разрушения мостовых сооружения могут служить, например, эксплуатационные повреждения, которые накапливаются за годы службы, а также мосты могут быть неустойчивы к некоторым природным факторам.

Для увеличения срока службы мостовых конструкции при их ремонте и реконструкции необходимо использовать многокомпонентные материалы (композитные), которым, например, является углеродное волокно (углеволокно). Его использование позволит достичь желаемых целей с небольшими затратами и в более короткие сроки.

Усиление мостовых конструкций многокомпонентными (композитными) материалами является актуальным и инновационным решением.

Углеволокно – это материал, который обладает высокой прочностью, имеет высокое значение модуля упругости и является линейно-упругим. Он представляет собой композитные тканые материалы и ламели. Углеволокно устанавливается на конструкции мостового сооружения с помощью эпоксидного клея прямо на месте работ. Эпоксидный клей вместе с композитным материалом непосредственно включаются в работу, тем самым возмещают дефицит сечения арматуры.

Для увеличения срока службы мостовых конструкций нами предлагается производить усиление опор и балок.

Усиление мостовых опор осуществляется путём устройства бандажей с волокнами, направленными перпендикулярно продольной оси.

При приложении нагрузки на опору, она в поперечном сечении начинает деформироваться (увеличиваться по толщине) и в итоге появляются трещины. Применяемый фиброармированный пластик предотвращает такие трещины и существенно повышает прочность колонны.

Усиление балочных конструкций производится с помощью фиброармированного пластика, который наклеивается на нижнюю поверхность ребра волокнами, направленными вдоль оси сооружения, а также вертикальными или наклонными хомутами волокнами, направленными перпендикулярно продольной оси.

В балках могут появляться как вертикальные, так и наклонные трещины. Для предотвращения образования развития наклонных трещин наклеиваются вертикальный фиброармированный пластик, который сдерживает образование и развитие трещин и, следовательно, повышает прочность по наклонным сечениям.

Продольные накладки фиброармированного пластика повышают прочность балки, чтобы она не разрушилась в середине пролёта от вертикальных трещин.

Нами были разработаны наиболее эффективные варианты расположения хомутов из фиброармированного пластика на опорных участках балок для повышения прочности по наклонным сечениям.

Обобщая вышесказанное, можно сделать вывод, что применение многокомпонентных (композитных) материалов обеспечивает требуемую несущую способность, что позволяет увеличить срок службы мостовых сооружений, а также повысить устойчивость мостов к различным видам трещин.

1. СТО-34.01.01-2011. Стандарт организации. Усиление пролётных строений мостов материалами на основе однонаправленных высокопрочных углеродных волокон: утв. ЗАО «Компания «Дорис». – Введ. 01.01.2011. – Вологда: УАД, 2011. – 55 с.

## **К ВОПРОСУ УСТОЙЧИВОСТИ СТЕНОК МЕТАЛЛИЧЕСКОГО БЕЗДИАФРАГМЕННОГО МНОГОКОНТУРНОГО КОРОБЧАТОГО ПРОЛЕТНОГО СТРОЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО СООРУЖЕНИЯ**

*С.Г. Булатов, И.В. Козленков*

*Е.А. Ильичев, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Цель работы – разработка новых конструктивных решений пролётных строений мостов и эстакад, с более низкой строительной высотой по сравнению с традиционными, с целью их последующего применения в практике проектирования транспортных сооружений.

В ходе работы выполнен анализ конструктивных решений пролётных строений транспортных сооружений по источникам научно-технической информации, построены расчетные модели предлагаемых новых конструктив-

ных решений замкнутого многоконтурного коробчатого сечения, изучены их прочностные и деформационные характеристики.

В процессе исследования применялись сертифицированные вычислительные программные комплексы, в которых выполнялся расчет моделей металлических коробчатых пролетных строений на прочность и жесткость.

В результате исследования получены новые варианты составных сечений коробчатых пролетных строений с использованием разных типоразмеров конструктивных элементов, даны рекомендации по их проектированию. Предложены конструктивные решения, повышающие устойчивость элементов предлагаемого пролетного строения от действия транспортной нагрузки.

Применение в практике проектирования транспортных сооружений разработанных конструктивных решений металлических пролетных строений с замкнутым многоконтурным коробчатым сечением с пролетами 12–33 м позволяет на 30 % снизить строительную высоту пролетного строения и в два раза его вес по сравнению с применяемыми сегодня мостовыми конструкциями из типовых железобетонных тавровых балок. В результате при строительстве мостов и эстакад будет экономия строительных материалов и трудозатрат за счет снижения высоты и протяженности подходов насыпей и устройства опор транспортного сооружения меньшей мощности. Наряду с этим разработанные в научной работе конструктивные решения пролетных строений имеют более широкие возможности применения, в том числе в стесненных условиях и в условиях городской застройки.

Область применения результатов: транспортные сооружения на автомобильных дорогах как Вологодского региона, так и Российской Федерации в целом.

1. Ильичев, Е. А., Дементьев, Н. М., Булатов, С. Г. Новое конструктивное решение металлического коробчатого пролетного строения при проектировании транспортных сооружений (путепроводов, эстакад) // Передовые инновационные разработки. Перспективы и опыт использования, проблемы внедрения в производство: сборник научных статей седьмой международной научной конференции. – Казань: ООО «Конверт», 2019. – С. 79–81.

2. Ильичев, Е. А., Дементьев, Н. М., Булатов, С. Г. Анализ потери местной устойчивости стенок и поясов бездиафрагменного многоконтурного коробчатого пролетного строения транспортного сооружения // Вестник Вологодского государственного университета (серия технические науки). – 2019. – № 3 (5). – С. 43–46.

## ИССЛЕДОВАНИЕ АДГЕЗИОННЫХ СВОЙСТВ ВЯЖУЩИХ ПРИ ВСПЕНИВАНИИ БИТУМОВ ВОДНЫМИ РАСТВОРАМИ ПОВЕРХНОСТНОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

*А.Н. Габибова, В.А. Копытова*

*Н.Н. Габибов, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В связи с развитием нефтехимии и увеличением глубины переработки нефти качество нефтяных остатков (гудронов) постоянно снижается. Следовательно, падает и качество битумов, получаемых на основе этих продуктов.

Для повышения адгезионных свойств битумов и качества асфальтобетонных смесей известны многочисленные рекомендации, предусматривающие, в том числе, использование различных химических добавок. Однако из-за относительно высокой стоимости добавок и существенного усложнения технологии работ по их дозированию, введению в битум и перемешиванию с ним в производственных условиях, эти методы не находят должного распространения.

К настоящему времени сотрудниками кафедры «Автомобильные дороги» исследованы свойства битума с добавками растворимой древесной смолы. Эта смола является побочным продуктом лесохимической промышленности. По своему составу и свойствам она значительно отличается от существующих сухоперегонных и газогенераторных отстойных древесных смол.

Растворимую древесную смолу получают при переработке древесины. Она содержит большое количество воды (до 30 %). Наличие воды в растворимой древесной смоле ранее препятствовало введению ее в битум напрямую из-за возможности нежелательного вспенивания горячего битума в хранилище. Однако после разработки и внедрения на асфальтобетонных заводах технологий, основанных на использовании битумов, вспененных водой, это препятствие отпадает.

Кроме того, применение вспененных битумов открывает новые перспективы по использованию в качестве улучшающих добавок и других химических веществ и отходов промышленности, имеющих в своем составе большое количество воды.

Проведенные сотрудниками кафедры «Автомобильные дороги» лабораторные исследования свидетельствуют о высокой эффективности растворимой древесной смолы для повышения адгезионных свойств битума и качества асфальтобетона. В результате работ установлено, что введение относительно небольшого количества растворимой древесной смолы в битум (1–3 % от массы вяжущего) повышает водостойкость асфальтобетона на 8–10 %. Водонасыщение и набухание при этом понижаются соответственно в 1,6–2,1 и 1,5–2,0 раза. Проведенные исследования адгезии вяжущего методом красителей показывает, что площадь минеральных материалов, покрытая битумом

после кипячения в воде в случае добавления в битум растворимой древесной смолы, увеличивается на 25–35 %.

Выполненные исследования позволяют сделать вывод, что использование в качестве адгезионной добавки растворимой древесной смолы эффективно не только при приготовлении горячих и холодных асфальтобетонных смесей, но и при приготовлении других органоминеральных смесей на основе различных минеральных материалов и вяжущих.

## ЭФФЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЯМОЧНОГО РЕМОНТА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

*Д.С. Мезенева*

*В.А. Шорин, научный руководитель, д-р хим. наук, профессор*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Ямочный ремонт является неотъемлемой частью содержания автомобильных дорог и включает в себя ликвидацию ям, выбоин, сколов, заделку трещин. Существует несколько технологических методов ямочного ремонта: с применением горячей асфальтобетонной смеси, холодной органоминеральной смеси, литого асфальтобетона, инфракрасный ремонт асфальта и ремонт по струйно-инъекционной технологии.

Основные нормативные требования к каменным материалам для ямочного ремонта изложены в ВСН 38-90 «Технические указания по устройству дорожных покрытий с шероховатой поверхностью» [1].

Целью данной работы является экспериментальное подтверждение эффективности материалов для ямочного ремонта.

Объектами исследования выступили природные и техногенные щебёночные каменные материалы и органическое вяжущее битум БНД 60/90.

Известно, что битум БНД 60/90 имеет высокое значение кислотного числа. Рассматривая такой показатель, как модуль основности (отношение содержания суммы щелочных оксидов  $\text{CaO} + \text{MgO}$  к сумме содержания оксидов кремния и алюминия  $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ , %), мы можем предположить, что, например, горная порода известняк, состоящая преимущественно из карбоната кальция ( $\text{CaO}$ ) и имеющая высокий модуль основности, будет иметь высокую адгезию с битумом, а гранит, содержащий 72 % кремнезема  $\text{SiO}_2$  и являющийся кислой горной породой, – низкую. Но известняк не соответствует требованиям ВСН 38–90 по прочности, а в случае гранита необходима адгезионная добавка. Похожий материал – габбро-диабаз, имеющий средний модуль основности, – должен по нашим гипотетическим предположениям иметь высокую адгезию.

Рассматривая материалы с точки зрения экономии, мы ожидаем больших перспектив при применении отходов производства – металлургических шла-

ков. Так как шлаки (доменный, сталеплавильный) соответствуют требованиям ВСН 38–90 и имеют средний модуль основности, они будут хорошо работать в сочетании с битумом БНД 60/90.

Для определения адгезии были выбраны композиции на основе следующих материалов:

- гранитный щебень;
- щебень из габбро-диабаз;
- щебень из сталеплавильного шлака;
- щебень из доменного шлака;
- битум БНД 60/90;
- битум БНД 60/90, модифицированный добавкой Амдор-9.

Щебеночный материал был взят в товарном и чистом (промытом) виде.

Определение адгезии проводилось спектрофотометрическим методом с использованием спектрофотометра ПЭ-5300В с точностью до 1 %.

Результаты определения адгезии битумных вяжущих к поверхности щебня приведены в таблице.

Таблица

**Результаты определения адгезии битумных вяжущих к поверхности щебня, %**

Органическое вяжущее	Гранит		Габбро-диабаз		Сталеплавильный шлак		Доменный шлак	
	товарный	промытый	товарный	промытый	товарный	промытый	товарный	промытый
БНД 60/90	28	28	65	70	85	80	83	88
БНД 60/90 + Амдор-9	72	68	73	72	76	80	87	82

Таким образом, по результатам проведенных исследований можно сделать заключение:

1. Эффективными композиционными материалами для ямочного ремонта являются материалы на основе габбро-диабаз, сталеплавильного и доменного шлаков.

2. Все композиционные материалы на основе гранита, габбро-диабаз, сталеплавильного и доменного шлаков и нефтяного дорожного битума БНД 60/90, модифицированного адгезионной добавкой Амдор-9, имеют большую перспективу для применения в технологии ямочного ремонта автомобильных дорог.

3. Как и следовало ожидать, чистый нефтяной битум БНД 60/90 имеет низкую адгезию к гранитному щебню.

4. С позиции технико-экономической привлекательности для ямочного ремонта следует обратить внимание на доменный и сталеплавильный шлаки.

1. ВСН 38-90. «Технические указания по устройству дорожных покрытий с шероховатой поверхностью» Утвержден Минавтодором РСФСР, Введ. 01.01 1991. – 31 с.

## СИСТЕМА ДОРОЖНОГО МОНИТОРИНГА ОТ АО «МИНИМАКС-94»

*Н.В. Истомина*

*С.А. Мясникова, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Целью работы является изучение системы дорожного мониторинга от АО «Минимакс-94» и ее влияние на безопасность дорожного движения, а также содержание автомобильной дороги.

На сегодняшний день одним из принципов безопасности дорожного движения является переход к интеллектуальным транспортным системам (ИТС).

Автономная дорожная система метеорологического контроля (АДМС) предназначена для автоматического сбора метеорологической информации с последующей систематизацией и анализом данных по средствам специализированного программного обеспечения.

В базовый состав метеорологической станции входят следующие компоненты:

- контроллер станции;
- датчик температуры и влажности воздуха;
- датчик осадков;
- датчик направления и скорости воздушного потока;
- датчик температуры поверхности и грунта;
- датчик состояния дорожного покрытия;
- датчик атмосферного давления;
- датчик оптической видимости.

Каждый из датчиков адаптирован под суровые условия окружающей среды, защищен от влаги, снега и пыли, может функционировать как в холодное, так и в жаркое время года. Все оборудование, производимое компанией, сертифицировано.

Преимуществом оборудования позволяет внедрять датчики нового поколения без замены всей ИТС полностью.

Благодаря системе дорожного мониторинга, дорожные службы могут быстрее реагировать на неблагоприятные условия, а значит, и более качественно выполнять свою работу. Данная система дает время на подготовку техники, предсказывая погодные условия на том или ином участке автомобильной дороги.

Информация о состоянии поверхности дорожного полотна не только повышает безопасность движения, но и приводит к тому, что во время работ по содержанию используется минимальное количество ГСМ и ПГМ. При этом сокращаются загрязнение прилегающих к дороге почв тяжелыми солями.

Видеокомплекс метеосистемы дает дорожным службам возможность не только контролировать метеообстановку исходя из параметров собранных и выведенных на ЭВМ комплексом датчиков, но и в живом режиме наблюдать за ситуацией на дороге.

Внедрение подобных систем значительно упрощает работу дорожных служб, позволяет быстро адаптироваться к погодным условиям, экономит средства и материалы, плодотворно влияет на экологическую составляющую. Повышается качество обслуживания автомобильной дороги, а значит, повышается и безопасность дорожного движения.

1. Системы дорожного мониторинга. [Электронный ресурс]: офиц. сайт. – Режим доступа: <https://mm94.ru/catalog/sistemy-dorozhnogo-monitoringa>

## **БИМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ РЕЗЦЫ ДЛЯ СНЯТИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ**

*К.Ю. Быков, В.С. Рабченя, В.С. Лукомский*

*И.В. Качанов, научный руководитель, д-р техн. наук, профессор*

*И.М. Шаталов, научный руководитель, ст. преподаватель*

Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Современное развитие промышленного производства тесно связано с использованием наукоемких и высоких технологий, обеспечивающих конкурентоспособность выпускаемой продукции на мировом рынке путем внедрения новых эффективных процессов обработки материалов при одновременном снижении энерго- и ресурсопотребления. В этой связи большими потенциальными возможностями обладают технологии, основанные на получении биметаллических формообразующих деталей штамповой оснастки методом скоростного горячего выдавливания (СГВ), позволяющие за один удар получать высокоточные изделия с экономией штамповых сталей до 90 % [1]. Эти технологии могут получить широкое применение в дорожном строительстве для получения биметаллических резцов для снятия асфальтобетонных покрытий.

Профилирование старого асфальтобетонного покрытия – это автоматически управляемый процесс его холодного фрезерования для восстановления заданного поперечного и продольного профиля, удаления бугров, выбоин, зон износа, а также других дефектов покрытия, что и выполняют современные дорожные фрезы (рис. 1).



Рис. 1. Современная дорожная фреза

Чтобы разработать технологический процесс изготовления биметаллических дорожных резцов методом СГВ, необходимы информация о характере пластического течения, а также сведения об откликах системы «штамп – инструмент – деформируемый образец» на изменение технологических параметров. Для получения такой информации могут быть использованы методы экспериментального исследования и теоретического моделирования, а также их комбинация. Главная трудность применения всех методов экспериментального исследования заключается в необходимости изготовления технологической оснастки, стоимость которой весьма значительная. Существенным недостатком теоретических методов является трудность или невозможность их применения к исследованию сложных процессов СГВ.

Альтернативой экспериментальному и теоретическому методам исследований является использование имитационного моделирования процессов объемной штамповки с помощью метода конечных элементов (МКЭ). Корректная модель в МКЭ максимально приближена к реальному физическому процессу и позволяет учитывать весьма тонкие физические эффекты.

Целью исследований являлось создание компьютерной модели процесса скоростного горячего выдавливания для интенсификации процесса разработки технологии изготовления биметаллических резцов для дорожных машин и сопоставление полученных результатов моделирования и экспериментальных исследований. Для проведения исследований и отработки технологии в качестве прототипа был выбран резец фирмы Wirtgen W6/20. Используя его размеры был разработан эскиз опытного биметаллического резца, на основе которого была создана модель для анализа пластического течения в среде программы DEFORM-3D.

Сравнительный анализ пластического течения реальных и модельных образцов показал, что полученные модели предоставляют качественную и достоверную картину пластического течения в процессе скоростного горячего выдавливания. Моделирование в DEFORM-3D позволяет исключить сложные расчеты и значительно сократить число экспериментальных исследований при разработке новых технологических процессов.

На рисунке 2 представлены фото образцов биметаллических резцов для дорожных машин, полученных методом СГВ, до и после натуральных испытаний на автодорогах Республики Беларусь.

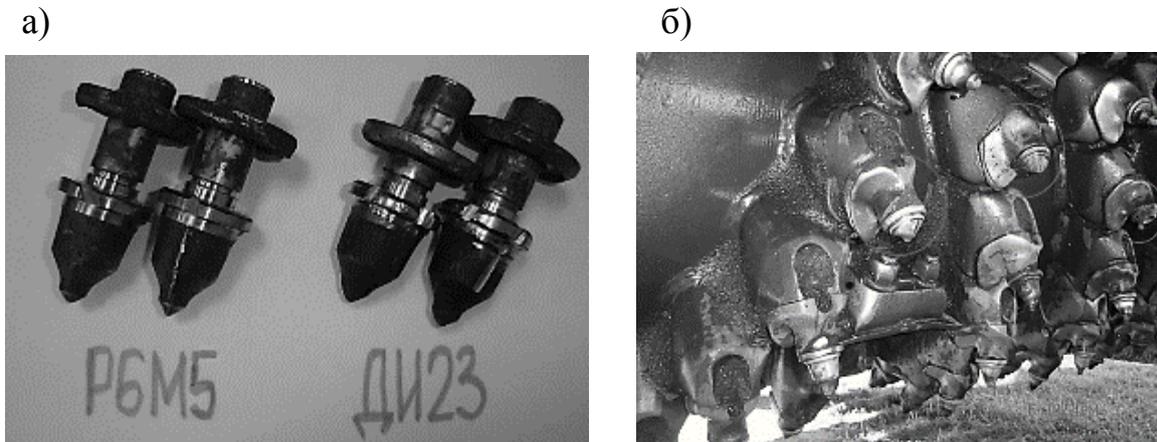


Рис. 2. Фото образцов биметаллических резцов для дорожных машин:  
а) до испытания; б) после испытания на автодорогах РБ

1. Качанов, И. В. Скоростное горячее выдавливание стержневых изделий / И. В. Качанов; под ред. Л. А. Исаевича. – Минск : Технопоинт, 2(Х)2. – 327 с.

## НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ УСТРОЙСТВЕ ВОДОПРОПУСКНЫХ ТРУБ ПОД НАСЫПЯМИ АВТОДОРОГ

*С.А. Савичев*

*И.Н. Старишко, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

В случае неудовлетворительного состояния конструктивных элементов водопропускной трубы (секции и звеньев, входящих и выходящих оголовков) и значительного снижения прочности, как правило, осуществляется усиление трубы или замена износившейся трубы на новую. При этом в зависимости от наличия специального оборудования, высоты насыпи, условий производства работ применяют один из следующих способов сооружения трубы: продавливания насыпи, открытый, горизонтального бурения или щитовой. Отсюда *цель* данной работы – рассмотрение имеющихся методов и предложение к ним дополнений, позволяющих улучшить их эффективность.

В случае небольшой высоты насыпи (до 5–6 метров) для сооружения новых труб используют *открытый способ*. В данном способе сооружение новой трубы в пределах существующей насыпи производится в открытом котловане с естественными откосами, которые перекрывают временным разгрузочным пакетом. С целью уменьшения объема земляных работ и длины разгрузочного пакета над трубой применяют разновидности открытого способа: траншейный или комби-

нированный. Проведение работ по замене трубы открытым способом сопряжено с существенными трудностями: необходимостью перерыва в движение транспорта, разборкой дорожной одежды, разборкой грунта земляного полотна с применением землеройной, транспортной и грузоподъемной техники.

В качестве альтернативы для исключения перечисленных недостатков используют *бестраншейный способ* прокладки водопропускных труб. Этот способ применяют при высоте насыпи от 10 метров. К бестраншейному способу сооружения относятся методы продавливания трубы через насыпь, горизонтального бурения и прокола.

При наличии хороших грунтов одним из прогрессивных способов строительства и реконструкции труб является метод *продавливания трубы через насыпь*. Используя домкраты и специальные опорные устройства рядом со старой трубой продавливают новую – бесфундаментную (металлическую или железобетонную). Метод основывается на последовательном вдавливании в грунт звеньев трубы, разработке грунта внутри трубы с последующим его удалением посредством шнековой установки.

В среднем темп продвижения трубы в насыпи составляет 2 метра в смену. Так, этим методом можно сооружать трубы отверстием 2 метра и более в насыпях высотой до 12 метров. Также современным бестраншейным методом прокладки труб является метод горизонтального бурения. Шнековое бурение с одновременным продавливанием тела трубы (футляра) также находит применение. Бурением с использованием шнековой буровой машины, позволяющей бурить горизонтальные скважины с одновременным задавливанием в грунт футляра трубы, производят сооружение водопропускных труб диаметром до 2 метров. Скорость такого бурения составляет 4–5 метра в час. В настоящее время прогрессивным способом сооружения новых труб является щитовая прокладка с разработкой грунта под защиту щита, отталкивающегося домкратами от собранной за ним части трубы (микротоннализирование).

*Технология санации труб* разработана в Германии, заключается в протаскивании внутри ремонтируемой трубы полимерно-тканевого рукава (лайнера) с последующим нагнетанием в него воздуха для создания избыточного давления. Лайнер под воздействием избыточного давления принимает форму трубы, плотно прилегает к её стенкам и затем отверждается под воздействием излучения ультрафиолетовой лампы, протаскиваемой внутри его. Применение данной технологии, как это показали проведенные испытания, повышает несущую способность ремонтируемой трубы в 1,5–2 раза.

*Технология STR* была разработана в Японии для ремонта водопропускных труб больших диаметров (до 5 метров), и в том числе труб с сечением, отличающимся от круглого (прямоугольное, арочное и тд), успешно адаптирована предприятиями Группы компаний «МостГеоЦентр» для применения в России. Технология заключается в новинке внутри ремонтируемой трубы специального профиля из полигинихлоридного пластика, армированного металлическими вставками, которые после завершения процесса новинки представляет собой

прочную геометрическую тонкостенную полимерную трубу. Данная технология позволяет повысить несущую способность ремонтируемой трубы в 2,5–2,9 раза в зависимости от диаметра и профиля ремонтируемой трубы.

Международная группа компаний NOVASH имеет многочисленный опыт производства стеклопластиковых труб для бестраншейной прокладки. Проведенный анализ показал экономическую эффективность применения таких труб по сравнению с металлическими.

На автомобильных дорогах при устройстве водопропускных труб часто используют метод продавливания как наиболее простой и дешевый, однако, как отмечено выше, недостатком метода является малая производительность труда – 2 метра в смену.

*Новизной*, применимой к технологии метода продавливания, нами предложено дополнение в существующее конструктивное решение, которое существенно повысит производительность работ, по которому готовится заявка в Роспатент на изобретение.

1. Осипов, В.О., Козьмина, Ю.Г. Содержание, Реконструкция, Усиление и ремонт мостов и труб // издательство Транспорт , 1996.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ВЛАЖНЫХ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ СМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ ДОМЕННЫХ ШЛАКОВ И БИТУМНЫХ ЭМУЛЬСИЙ**

***И.Ю. Тепляков***

***Н.Н. Габиров***, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Согласно статистике, объем промышленного производства ПАО «Северсталь» по выплавке чугуна за 2019 г., по сравнению с 2018 г., вырос на 4 % и составил 4,49 млн тонн. Вместе с этим увеличивается и количество побочных продуктов при выплавке.

Одним из них является доменный шлак. Количество шлака, получаемого при плавке, составляет порядка 60 % от веса выплавляемого чугуна. В связи с этим встает задача его реализации.

Так, металлургические шлаки, прошедшие дополнительную переработку, пользуются спросом в гражданском, промышленном и дорожном строительстве.

В частности, доменные шлаки различной фракции применяются как в конструктивных слоях дорожной одежды, так и при приготовлении холодных и горячих асфальтобетонных смесей, согласно нормативным документам.

Исследованию возможности применения доменного шлака ПАО «Северсталь» для приготовления влажных органоминеральных смесей в различных ас-

пектах технологического процесса приготовления смесей с использованием битумных эмульсий, выпускаемых ООО «Сокол БМП», посвящена данная работа.

Многочисленными проведены испытания щебня из доменного шлака по всей номенклатуре показателей важных с точки зрения строительно-технических характеристик материалов, применимых в асфальтобетонных смесях дорожных покрытий. Проверялось их соответствие требованиям ГОСТ 9128-2013 [1] и ТУ 5718-012-10557703-2000 [2]. Результаты исследования представлены в таблице.

Таблица

**Результаты испытаний физико-механических характеристик щебня из доменного шлака фракции от 5 до 10 мм**

№ п/п	Наименование показателя	Единица измерения	Щебень из доменного шлака фр. 510 мм	Требования ТУ 5718-012-10557703-2000/ГОСТ 9128-2013
1	Насыпная плотность	кг/м <sup>3</sup>	1260	не нормируется
2	Содержание пылевидных и глинистых частиц в смеси	%	3,4	не нормируется
3	Модуль крупности песчаной части	-	-	не нормируется
4	Истинная плотность	г/см <sup>3</sup>	2,88	не нормируется
5	Марка по дробимости (потери по массе)	%	1200 (12,2)	1000/1000
6	Содержание слабых зерен	%	2,0	не более 5 %
7	Марка по морозостойкости (потери по массе)	%	F 100 (2,3)	F 50/ F 50
8	Марка щебня по истираемости (потери по массе)	%	И 1 (21,1)	И 2/ И 2
9	Содержание зерен пластинчатой и игловатой форм	%	12,0	не более 25 %
10	Устойчивость структуры шлаков (потери по массе)	%	УС 1 (0,5)	не менее УС 2/ -
11	Содержание металлических примесей	%	0,4	5/ -
12	Удельная эффективная активность естественных радионуклидов	Бк/кг	91,7	не более 740

Анализ полученных результатов испытаний дает основание сделать вывод: щебень из доменного шлака в составе смеси 5–10 мм ПАО «Северсталь» обладает высокими прочностными характеристиками, что позволяет применять его в составе органоминеральной смеси в дорожном строительстве.

1. ГОСТ 9128-2013. Межгосударственные стандарты. Смесей асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов; принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации 14.11.2013. Введ. 01.11.2014. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 32 с.

2. ТУ 5718-012-10557703-2000. Технические условия. Смесей асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон на основе фракционированных щебеночных материалов из сталеплавильных и доменных шлаков ПАО «Северсталь». Введ. 01.04.2000. – Вологда, 2000. – 23 с.

## ТУРИСТИЧЕСКИЕ КЛАСТЕРЫ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТНОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ ТОТЬМЫ

*А.А. Альтапова*

*Л.В. Анисимова, научный руководитель, канд. архитектуры, профессор*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Малые исторические города – это одна из многочисленных групп городских поселений в России, которые хранят в себе огромный потенциал и, следовательно, возможность стать большими центрами туризма. Тотьма – город в Вологодской области, расположенный на левом берегу реки Сухоны с населением около 10000 человек, основанный в 1137 году. Входит в список исторических поселений федерального значения.

Целью данной работы является выявление основных туристических сервисов, формирующих кластеры, ориентированные на определенные целевые аудитории, способствующие повышению конкурентоспособности города в сфере туризма. В процессе проведения предпроектных исследований автором работы были выявлены территории историко-культурного каркаса (ИКК) Тотьмы и ее близлежащих окрестностей, вложение первичных средств, развитие которых позволит получить максимальный социальный и экономический эффект (рис.).

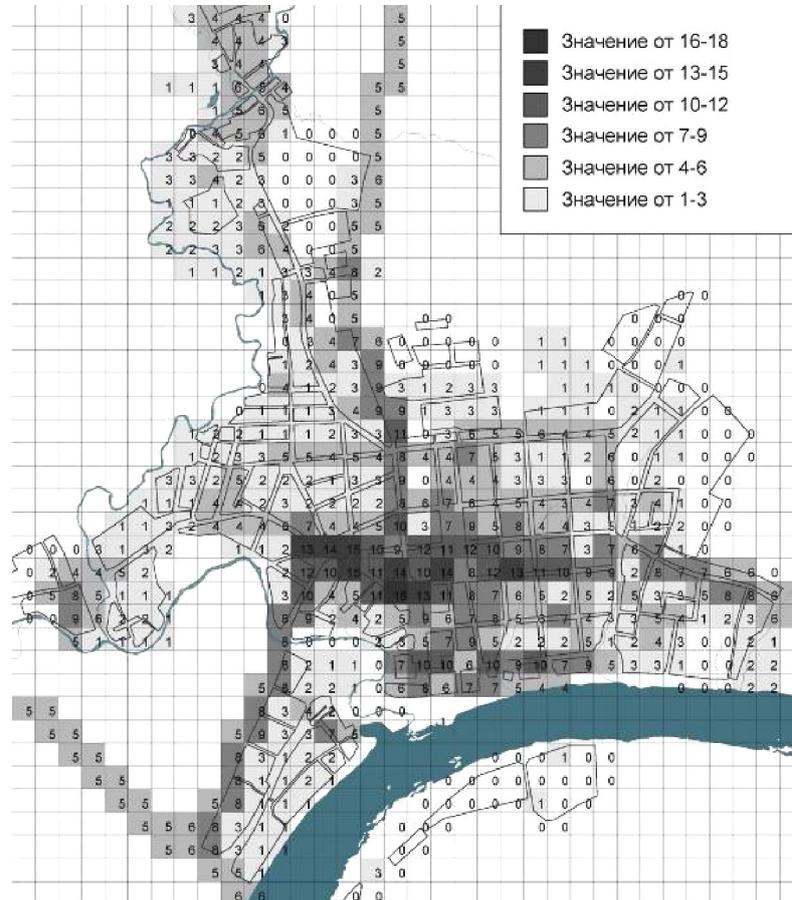


Рис. Карта-схема г. Тотьмы с концентрацией объектов ИКК

На основании данных предпроектного анализа [1] выполнена социально-функциональная модель развития Тотьмы. Выбраны объекты городской среды, обладающие средовой и культурно-исторической ценностью. При этом часть из них может быть использована в качестве разнообразных туристических сервисов, таких как: сервисы гостеприимства, музеи и познавательно-развлекательные центры, рекреационные зоны, ремесленно-производственные центры, коммерческо-обслуживающие сервисы. Для реализации программы повышения конкурентной идентичности города предлагается организовать 4 туристических кластера, воспроизводящих особую неповторимость Тотьмы, в состав которых войдут различные туристические сервисы, ориентированные на определенные целевые аудитории: «Тотьма промысловая», «Тотьма духовная», «Тотьма купцов-мореходов», «Тотьма крестьянско-купеческая».

Целевые аудитории для каждого кластера подбираются на основе социологических опросов и анкетирования населения в сети Интернет. Исследуется интерес к определенным интерактивным программам в сфере туристических услуг, которые ложатся в основу сценарных программ кластеров. Определяются предпочтения каждой из целевых групп к уровню комфорта, требованию к гастрономическим сервисам и организации отдыха и развлечений. В границах каждого из кластеров в зоне ИКК размещаются объекты музейных, познавательных, гостиничных и ресторанных сервисов, соединенных пешеходными маршрутами.

Кластер «Тотьма промысловая» ориентирован на целевую аудиторию бизнес-сообщества, предпринимателей и студентов вузов, изучающих историю предпринимательства, предполагает знакомство с основными аутентичными технологиями крафтового производства, традиционного для Тотьмы. Сюда входят сервисы гостеприимства, такие как: места для питания и временного размещения, информационно-туристический центр.

Кластер «Тотьма духовная» ориентирован на целевую аудиторию паломников и исследователей православной культуры, иностранных туристов, реставраторов, искусствоведов. В восстановленных и отреставрированных храмах, переданных епархии, возобновляются службы. Храмы становятся местами духовного паломничества, одновременно сохраняя и восстанавливая музейные экспонаты. Кластер включает следующие сервисы: трапезная монастыря и гостиница-монастырские кельи, паломнический центр.

Целевой аудиторией кластера «Тотьма купцов-мореходов» являются: школьники, студенты, семьи с детьми, пенсионеры, путешественники. Маршрут прокладывается по объектам эпохи морских открытий, таких как: музей мореходов, дом-музей И.А. Кускова, усадьба купцов Пановых, усадьба Холодилова. Кластер задействует следующие сервисы: кафе северной традиционной кухни, гостиницу, хостелы, информационно-туристический центр, музеи.

Кластер «Тотьма крестьянско-купеческая» ориентирован на семьи с детьми, группы школьников и студентов, людей зрелого возраста, пенсионе-

ров. Интересен будет для архитекторов, реставраторов, искусствоведов, краеведов. Маршрут включает такие объекты, как: купеческие и крестьянские дома в которых проживали известные для истории города и края личности. Туристы погружаются в историческую атмосферу города периода 19 – нач. 20 вв. Воссоздается атмосфера и обстановка бывших купеческих особняков, торговых лавок. Здесь можно ознакомиться с условиями жизни политических ссыльных (дом Луначарского), вдохновиться творческой атмосферой в доме художника Вахрушева, ощутить атмосферу уюта в усадебном доме купца Малофеева. Кластер также имеет свои сервисы, ориентированные на питание, проживание, музеи и информационно-туристический центр.

Внедрение туристических кластеров в исторически ценную среду города повысит его конкурентоспособность в сфере туризма, будет способствовать его развитию, увеличит экономическую составляющую Тотьмы, повысит интерес к ней.

1. Альтапова, А. А. Методика выявления архитектурно-пространственного каркаса туристического кластера г. Тотьмы / А. А. Альтапова, Л. В. Анисимова // XIII ежегодная научная сессия аспирантов и молодых ученых: [в 2 т.] : материалы межрегиональной научной конференции (Вологда, 18–22 ноября 2019 г.) / [редкол.: Сеницын А. А., к.т.н., доц. и др. ; ред. О. М. Ванчугова ; авт. предисл. А. А. Сеницын]. – Вологда, 2019. – Т. 1 : Естественно-техническое направление.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕТСКОЙ СРЕДЫ В ГОРОДЕ ВОЛОГДЕ. АНАЛИЗ ДЕТСКИХ ПЛОЩАДОК**

*М.И. Бирюкова, М.В. Зеленцов*

*Л.В. Анисимова, научный руководитель, канд. архитектуры, профессор  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

В рамках реализации программы «Комфортная городская среда», объявленной приоритетным направлением деятельности муниципалитетов, актуальной является проблема детских игровых площадок в городе. Места для игр расположены практически в каждом дворе, и кажется, что детская среда сформирована. Однако в результате натурного обследования становится очевидным, что не все площадки привлекательны для детей, и дети часто предпочитают им пустыри, заброшенные дома и деревья.

Целью исследования является анализ состояния 39 игровых площадок района Ковырино в Вологде. Методика исследования основана на системе оценки, предложенной А.Г. Асафовым для г. Москвы [1]. Автор предлагает

оценку по следующим параметрам: состояние, доступность и популярность. Авторы использовали исследование Б. Филатовой о популярности игровых комплексов и Джин Айрес об отсутствии интереса к таковым [2, 3].

Для выявления уровня заинтересованности игровым комплексом авторы опирались на исследования сенсомоторного развития ребенка младшего школьного возраста. Дети до 6–7 лет активно проходят период сенсомоторного развития, изучая положение своего тела, действие гравитации, координацию, равновесие, развивая ментальные и социальные навыки. Сенсорная интеграция (СИ) – это информация, полученная из окружающей среды и ощущений собственного тела. Значит, одним из критериев заинтересованности игровым комплексом является разнообразие и функциональность. На интересной игровой площадке ребенок сможет придумать свои игровые сценарии, организовать взаимодействия со сверстниками, неосознанно повышая уровень СИ.

На основании вышеизложенного авторы предлагают дополнить заимствованную систему оценки категорией «функциональность». Для краткости примем обозначения: П – популярность, У – ухоженность, Ф – функциональность, Д – доступность. Внутри критерия «функциональность» учитывалось зонирование на разновозрастные, пассивные/активные зоны, наличие «базы» для сенсорной интеграции, мест для родителей и игровых объектов, делающих площадку уникальной.

В ходе исследования был составлен маршрут по существующим детским площадкам в районе Ковырино с дальнейшим натурным изучением, фотофиксацией и записью интервью на диктофон. По системе оценивания каждой площадке были присвоены баллы от 1 до 5 по четырем критериям, для удобства восприятия они представлены ниже в виде диаграммы.

5	23%	18%	23%	72%	
4	33%	36%	28%	23%	
3	30%	35%	41%	5%	
2	14%	11%	8%	0%	
1	0%	0%	0%	0%	
		П	У	Ф	Д

Рис. Процентное распределение оценок от 1 до 5 по всем дворам по критериям:  
П – популярность, У – ухоженность Ф – функциональность, Д – доступность

Исследование в распределении оценок по всем критериям показало, что критерий «ухоженность» детских площадок в районе Ковырино оценивается большинством на 3–4 балла и никак не влияет на показатель «популярность». Интерес представляет закономерность последней с категорией «функциональность». Детям неважно состояние площадки, они выбирают ту, которая удовлетворяет их потребность в игре продуманностью и разнообразием.

Таблица

**Влияние функционального разнообразия игровых элементов  
на популярность площадок**

Наличие функциональных особенностей площадки	Объекты, с помощью которых реализуется функциональное наполнение игровых комплексов	Средняя оценка по критерию «популярность»
объект, привлекающий жителей	украшенное дерево, фонтан, карусели	4,86
	наличие тренажеров	4,50
	артикуляция входа на площадку	3,50
	HandMade (деревянные совы, колодец, покрышки, по которым можно прыгать)	4,00
	наличие горки, карусели, качели и песочницы	4,24
	скамейки	4,41
зонирование	по возрастным группам	4,42
	активные/пассивные зоны	3,88
	площадки вдали от пешеходных транзитов в планировке двора	4,82
много ухоженной растительности	небольшая роща или кустарник, с которым можно взаимодействовать (рвать ягоды, ощущать запах, прятаться, ухаживать)	4,16
проведение мероприятий	площадка Города детства городская площадь	4,50
безопасность	видеонаблюдение	4,50
	резиновое покрытие	4,92
	заборчики	3,95
командные игры	футбольная коробка или пара ворот, сетка для волейбола, хоккейная коробка	4,20

Площадки, на которых отсутствовали функциональные элементы, получали оценки ниже 3 баллов по популярности. Максимальное количество баллов получили площадки, расположенные вдали от пешеходных транзитов, имеющие резиновые покрытия, тренажеры, какой-то объект, привлекающий внимание, и те, где проводятся мероприятия и командные игры. Это приводит к сплочению людей и повышению уровня социализации у детей.

Проведенное исследование помогло авторам выявить дворы, нуждающиеся в доработке. Обозначенные в таблице факторы, дающие площадке статус популярной, можно будет использовать при дальнейшей реорганизации дворов.

1. Асафов, А. Г. CAU Research, Детская карта: Арбат и Хамовники. – 2012. – [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://vk.com/@2567350-detskaya-karta-arbat-i-hamovniki>

2. Moscow Urban Fest (2018) Детская среда. основные принципы проектирования [Электронный ресурс] – YouTube, LLC, 2018. – Режим доступа: <https://youtu.be/P4Yd1LgycCU>. – Просмотрено: 20 февраля 2020 г.

3. Айрес, Э. Дж. Ребенок и сенсорная интеграция. Понимание скрытых проблем развития/ Э. Дж. Айрес; [пер. с англ. Юлии Даре]. – Москва : Теревинф, 2009. – 272 с.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОМПЛЕКСНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ СЕЛЬСКОЙ ТЕРРИТОРИИ

*Е.Н. Герасимовская*

*Ю.В. Анисимов, научный руководитель, канд. архитектуры, профессор*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Данное исследование направлено на формирование методики комплексного исследования сельской территории, содержит основные аспекты, необходимые для формирования проектного решения.

В условиях рыночной экономики и множественности форм собственности агропромышленный комплекс обретает новые черты. Появляются новые особенности его организации. Формируются новые формы хозяйств, в основе которых лежит неразрывное сочетание сельскохозяйственного и агропромышленного производства, жилых образований, систем и объектов производственного и общественного обслуживания, природной среды [1]. Вместе с тем в сельских районах по-прежнему наблюдается низкий уровень качества жизни населения и хозяйственно-экономическая отсталость.

Одним из способов возрождения сельской местности, предотвращения оттока населения, улучшения социально-экономической и экологической ситуации является выявление разнообразных наиболее ценных социально-экономических, историко-культурных, планировочных и природных ресурсов, и *их комплексное использование*. Каждое сельское поселение, независимо от масштаба, является социально-пространственной системой, состоящей из подсистем – экономической, историко-культурной, социальной, экологической, ландшафтно-планировочной. Системный подход позволяет учесть весь комплекс факторов, влияющих на формирование поселения, позволяет наметить методику комплексного исследования, соответствующие приемы и механизмы, обеспечивающие устойчивое развитие. Намечается тенденция, когда сельские поселения для того, чтобы выжить и устойчиво развиваться, становятся полифункциональными.

Объект исследования – село Братково в Шекснинском районе Вологодской области. Предмет исследования – методика предпроектного анализа.

Цель – сформировать методику комплексного исследования сельской территории.

Задачи:

- проанализировать существующий опыт исследования сельских территорий;
- выявить с учетом современных условий совокупность базовых аспектов исследования;

- сформировать методические основы исследования, обеспечивающие проектное решение устойчивого с/х кластера.

На примере села Братково автор проводит комплексные исследования ресурсов для перспективного развития поселения, а именно:

*Лесохозяйственные* (природный состав лесов, количество видов промысловых животных, количество видов дикорастущих плодово-ягодных растений и грибов); *ландшафтные, планировочные и территориальные* (формы рельефа, его расчлененность с позиций освоения и использования, наличие и качество прудов, озёр, карьеров, минеральных источников, месторождений лечебных грязей, эстетические качества природного и культурного ландшафтов, оценивается состояние и плотность застройки); *рекреационно-туристические* (наиболее привлекательные для рекреации и туризма природные ресурсы и промыслы); *историко-культурные* (на основе историко-генетического анализа исследуются объекты историко-культурного и архитектурного наследия, культурные традиции и ремесла, уровень развития экскурсионного показа); *социально-экономические* (транспортная доступность, удалённость от центра региона, разнообразие видов транспорта, уровень экономического развития населения.), *производственные и энергетические* (энергия, материально-техническая база, включающая объекты общественного питания, торговли и досуга, земли с/х назначения, действующее производство и предпосылки для развития производственной деятельности, трудовые ресурсы, в т.ч. на перспективу); *информационные* (наличие и качество сотовой связи и интернета, социальные сети, открывающие широкие возможности с точки зрения использования их для социальных опросов, анкетирования, поиска инвесторов и т.д.).

Далее выполняется ранжирование ресурсов по их качеству и предпочтительности, с учетом современных и перспективных трендов социально-экономического, в том числе культурного, а также экологического развития с подключением социальных сетей, ориентированных на формирование интересов сообществ. Прорабатывается сценарий жизни с/х кластера Братково.

*Выводы:* представленные методические подходы позволяют сформировать содержательный образ сельского поселения и жизнеспособную, устойчивую структуру полифункционального пространственно-планировочного образования, выстроенного на основе анализа исторических особенностей и современных социально-экономических возможностей, а также требований к формированию села как части целого, в котором все функциональные элементы неразрывны не только производственно, но и социально. Есть основание ожидать и достаточно высокую экономическую эффективность. Пространственная структура поселения, сформированная на основе предложенных методических подходов к исследованию, открывает широкие возможности для развития малого и среднего предпринимательства, региональной кооперации и экспорта.

1. Архитектура российского села. Региональный аспект / Л. В. Хихлуха, Р. Д. Багиров, С. Б. Моисеева, Н. М. Согомонян; под ред. В. Л. Хайт. – Москва : РААСН, «Архитектура-С», 2005 – 207 с.

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЕКТНЫХ МОДЕЛЕЙ ТОРГОВО-РАЗВЛЕКАТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МЕСТА ИХ ВОЗВЕДЕНИЯ**

*М.А. Дулепова, Д.С. Ярославцева*

*Л.В. Анисимова, научный руководитель, канд. архитектуры, профессор  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Торгово-развлекательные центры далее (ТРЦ), столь популярные в настоящее время, возникают в разных районах города. Исходя из требований нормативных документов [1], место расположения ТРЦ в структуре города оказывает определённое влияние на площадь застройки, конфигурацию, функциональное наполнение и архитектуру сооружения.

Цель исследования: сравнительный анализ проектных моделей ТРЦ, находящихся в центральной части города и на его периферии по материалам социологического анализа. Задачи исследования: проведение социологического опроса населения в двух районах города; проведение анализа функционального наполнения районов.

Для сравнения выбраны две территории в Вологде. Граница города – Белозерское шоссе – и центральный планировочный район – Беляевская ветка. На основании социологического опроса жителей Белозерского шоссе был составлен социологический портрет целевой аудитории посетителей ТРЦ в этом районе и были выявлены основные потребности жителей. Дети до 12 лет составляют 1,1 % опрошенных, предпочитают следующие развлечения: кинотеатр, скалодром, лабиринты. Респонденты 13–18 лет составляют 2,3 %, предпочтение отдают кинотеатру, квестам, боулингу, Wifi. Опрошенные 19–40 лет составляют самую большую аудиторию – 83,9 %, высказались за кинотеатр, Wifi, оранжерею. Люди 41–60 лет составляют 8 %, предпочитают кинотеатр, библиотеку, бильярд. И респонденты 61 и старше, составляющие 4,6 %, хотят видеть в ТРЦ оранжерею, кинотеатр, библиотеку.

Исследовано функциональное наполнение района строительства. Было выявлено, что данный район находится на стадии развития, ведется строительство большого многоэтажного жилого района, включающего ЖК Белозерский. Также запланировано строительство двух жилых улиц, соединяющих частный сектор с многоэтажной застройкой. На территории района находится общеобразовательная школа в радиусе доступности 400 м, детский сад в ра-

диусе 500 м, большую территорию занимают торговые оптовые базы в радиусе 750 м.

Социологический опрос жителей района Беляевской ветки Вологде показал, что процентное соотношение опрошенных по возрастным группам не отличается от периферийных районов. И основные потребности жителей примерно такие же.

Анализ функционального наполнения района Беляевской ветки показал, что данный район имеет сложившуюся застройку. В радиусах близкой доступности находятся продуктовые магазины, магазины бытовой техники и электротоваров, а также развивающие секции и кружки для детей. Хорошо налажена транспортная сеть, обеспечен легкий доступ перемещения по району и за его пределы. На территории района находится общеобразовательная школа, детский сад.

На вопрос о предпочтениях в выборе торгового центра, при прочих равных условиях, респонденты ответили, что ассортимент товаров и услуг определяет 59,8 % значимости в принятии выбора, развлечения 8 %, а местоположение относительно дома составляет 29,9 %.

Таким образом, можно сказать, что в каждой городской зоне целесообразно сооружение торговых центров с определенным набором параметров, соответствующим особенностям данной зоны. ТРЦ одного и того же типа, расположенные в разных зонах, будут иметь как различный состав помещений, так и различное значение численных параметров. При переходе ТРЦ от центральных районов города к периферии заметно увеличивается площадь пятна застройки, а также прослеживается уменьшение этажности здания, поскольку нет необходимости вписывать градостроительный объем в существующую карту застройки. Происходит увеличение процента парковочных мест, поскольку увеличивается количество посетителей на личном транспорте, так как это касается налаженной транспортной сети в центре города и плохой в периферии (рис.).

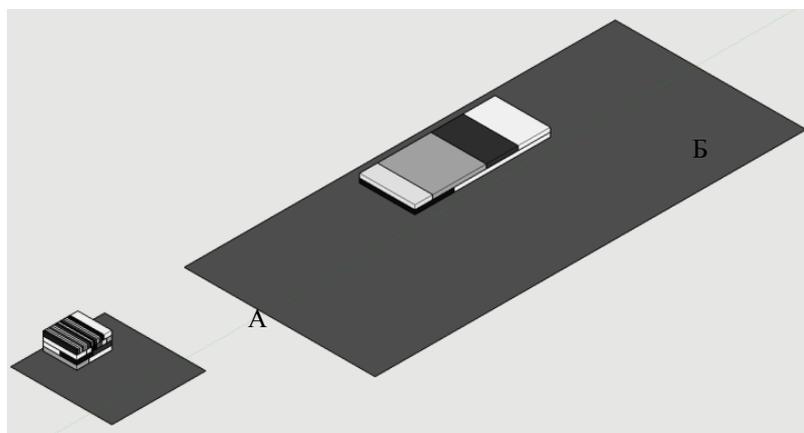


Рис. Модели ТРЦ в зависимости от их расположения в структуре города:  
А – компактная модель ТРЦ в центральном планировочном районе,  
Б – модель ТРЦ периферийного размещения

Однако прослеживается изменение ассортимента товаров и предоставляемых услуг, а также изменение занимаемой ими площади. Ограничение площади в структуре центрального планировочного района составляет 30000 квадратных метров. Уделяется большее внимание архитектуре сооружения, как средству привлечения дополнительных посетителей и поднятия престижности торгового комплекса. Архитектура зданий ТРЦ на периферии более свободная, не ограничена требованиями историко-культурной стилистики и сложившейся городской застройкой.

1. Суровенков, Андрей Викторович. Архитектура торговых центров крупнейшего города : На примере Санкт-Петербурга : автореферат дис. кандидата архитектуры : 18.00.02 / С.-Петерб. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Санкт-Петербург, 2005. – 25 с.

## ПРОЕКТНАЯ КОНЦЕПЦИЯ ЦЕНТРА МЕЖЭТНИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ

*А.А. Лешукова*

*Е.М. Никитина, научный руководитель, ст. преподаватель  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Проблема напряженных межэтнических отношений имеет не только государственный, но и международный характер. Одной из составляющих урегулирования этой проблемы является формирование условий для социального взаимодействия этнических групп, служащих благоприятной основой для диалога культур. Коммуникация между представителями разных национальностей предполагает знание базовых особенностей этих культур, которое влечет за собой понимание истории, традиций и достижений какого-либо народа.

В настоящее время нестабильных политических отношений как между государствами, так и между представителями одной страны, возрастает процент мигрирующих граждан с целью повышения собственной безопасности и качества жизни. Это обстоятельство оказывает влияние на урбанистику. Происходит увеличение плотности населения в городах, возрастает количество этнических групп, изменяются социальные условия жизни. В сложившейся среде людям стоит задуматься о качестве межэтнического взаимодействия и проявлять толерантность по отношению друг к другу.

**Актуальность** выбранной темы обоснована тем, что ежегодно в Вологодскую область прибывает порядка 30 тысяч мигрантов вследствие того, что областная администрация активно развивает международные отношения в сфере труда, политики и образования.

В процессе интервьюирования представителя администрации было установлено, что более 60 % иностранных граждан приезжает с целью осуществления трудовой деятельности, 10 % – с целью получения образования в вологодских учебных заведениях, а также некоторая доля приходится и на полити-

ческих мигрантов. Непосредственно на территории города зарегистрировано 11 диаспор, в том числе: таджикская, узбекская, армянская, вьетнамская, осетинская, украинская и т.д. Члены этнических меньшинств являются представителями культурных традиций своего народа. Ввиду чего нам следует проявлять взаимоуважение как внутри, так и за границами этноса.

**Целью проектной концепции является** создание комфортной среды для гармонизации межэтнических отношений на территории Вологды. Именно со знакомством с культурой и традициями этноса к нам приходит и понимание его ценностей, и уважение к его представителям.

Неотъемлемыми условиями для достижения этой цели являются:

- создание среды для *самоидентификации личности* как выразителя культурной идентичности;
- социальная, моральная, психологическая, юридическая *поддержка индивида* в сложившихся обстоятельствах жизни;
- организация *платформы* для культурного обмена.

**Задачи проектной концепции:**

- исследование существующего положения этнических меньшинств;
- изучение государственных и областных программ межэтнического взаимодействия;
- изучение проектов-аналогов;
- выявление необходимых факторов для межэтнического взаимодействия (исторические, политические, социально-структурные, культурные, социально-психологические и ситуативные).

**Проектная концепция** заключается в словах «единство в многообразии», несущая в себе идею о том, что каждый из нас является носителем своей культуры и традиций, идентичности и исторической общности, т.е. этноса, но, несмотря на это разнообразие, нас объединяет понятие *человек*. Эта идея нашла отражение в архитектурно-пространственной модели *центра культурного обмена*, включающем в себя форум как место общения, коммуникации и знакомства с людьми иного мировоззрения, культуры и образа жизни.

На основе социологического исследования представителей разных национальностей были сделаны следующие выводы:

- основной целевой аудиторией центра межэтнических связей являются граждане до 29 лет. Это обосновано тем, что в возрасте до 16–18 лет закладываются основы культуры, а до 28–30 лет происходит становление личности;
- целью приезда мигрантов зачастую становится обучение либо работа;
- 87,5 % опрошенных имеют в кругу общения представителей не только своей национальности, т.е. выходят за границы диалога внутри этноса;
- все опрошенные имеют положительное либо нейтральное отношение к лицам иной этнической принадлежности;
- большая часть мигрантов не состоит в своей национальной диаспоре, что говорит о недостаточной информированности и коммуникации с органами власти и управления;

- абсолютное большинство видят необходимость создания организации культурного просветительства;
- большая часть респондентов инертна и не выражает заинтересованности в культурном представительстве своего этноса. Это указывает на отсутствие стимула к развитию отношений и в раскрытии национальной идентичности.

## СФЕРА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АРХИТЕКТОРА В РАМКАХ ПРОЕКТНОЙ/ПРОГРАММНОЙ КОМАНДЫ

*А.Е. Радивилова, М.Н. Малышева*

*К.В. Кияненко, научный руководитель, д-р архитектуры, профессор*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Любой проект – это всегда командная работа архитектора со многими людьми, которые вносят свой вклад в процесс проектирования. Кто они? Какую роль во взаимодействии с ними выполняет архитектор? Авторы данного исследования поставили цель – разобраться в общем перечне лиц и организаций, которые имеют отношение к проекту. Задачи исследования:

- раскрыть содержание понятий, с помощью которых описывается состав участников предпроектного и проектного процесса;
- выяснить, какие бывают проектные коллективы;
- узнать о роли архитектора в современном процессе проектирования.

Авторы пользовались методами опроса архитекторов, анализа публикаций в периодических изданиях, посвященных данной теме, и методом обобщения полученных данных.

Анализ литературы показал, что в современной мировой архитектурной практике существует несколько понятий, описывающих участников предпроектного исследования и проектирования: программная команда, проектная команда и команда проектировщиков [1]. Их содержание различно.

«Программная команда» (англ. programming team) включает разработчиков проектных заданий, тех, чьи потребности удовлетворяет, ресурсы использует и чьи интересы затрагивает разрабатываемый проект, а именно заказчиков, конечных пользователей, владельцев застраиваемого и соседних участков, местное население, власти, а также специалистов проектных организаций. «Проектная команда» (англ. project team) – круг лиц и организаций, продвигающих проект как инвестиционное событие и влияющих на его ход. В их число входят: заказчик, городская администрация, банк, рыночные консультанты, владелец земельного участка, строительный подрядчик и др. «Команда проектировщиков» (англ. design team) – все проектирующие специалисты: ар-

хитекторы, генпланисты, инженеры, конструкторы, сметчики, ландшафтные архитекторы, проектировщики связи и электросетей и др.

С течением времени архитектор утратил свою роль «главного строителя» и в процессе проектирования является зачастую лишь одним из проектирующих специалистов, в лучшем случае – главным проектировщиком. Как отмечает Г.А. Птичникова, в типичном случае ПК состоит из компании-инвестора, банка, строительной компании-подрядчика, а роль и права архитектора зависят от специфики организации проекта [2].

Часто различия понятий не принимаются во внимание и используют одно из них – «проектная команда» (ПК), трактуемая и во втором, и в третьем из описанных выше трёх смыслов. Авторы исследования обратились к практикующему архитектору, который помог прояснить ситуацию по части состава «команды проектировщиков». Её формирование начинается после подписания между заказчиком и архитектором договора, к которому прилагается техническое задание (ТЗ), получаемое архитектором в виде документов, где прописываются следующие условия: сроки, цена, объем. Получив все необходимое, архитектор формирует свою команду проектировщиков на основании того, что ему нужно выполнить в проекте.

Кроме того, оказалось, что общий состав проектировщиков зависит от темы проекта и может быть совершенно разным и по размеру, и по сложности. Т.е. помимо типичных команд существуют более сложные, состоящие, например, из большего числа участников, у каждого из которых своя команда проектировщиков, которая занимается своей частью проекта.

Задача архитектора – это выполнение того, что согласовано в договоре, который он подписывает. Он, как главный архитектор проекта, помимо того, что выполняет свои задачи, объединяет остальных членов команды, следит за передачей данных между участниками (архитектор – конструктор – инженер – эколог и т.д.), собирает чертежи, схемы, объединяет и сдает заказчику в соответствии с договором.

Проведенное исследование показывает, что вопрос о составе физических и юридических лиц, причастных к разработке проекта, достаточно сложен. Существует несколько понятий, охватывающих лица и организации, которые имеют отношение к проекту – от разработки задания (это члены «программной команды») к осуществлению широкого, междисциплинарного «организационно-строительного (инвестиционного) проекта» («проектная команда») и до разработки архитектурного-строительного проекта и выполнения «проектной документации» (это «команда проектировщиков»).

«Команда проектировщиков» формируется в рамках проекта непосредственно после заключения договора между архитектором и заказчиком и включает в себя специалистов, отвечающих за определенную часть проекта.

В проектной команде как объединении проектировщиков есть четыре ведущие позиции, без которых сегодня невозможно осуществление проекта:

главный архитектор проекта (ГАП), отвечающих за идею, главный инженер проекта (ГИП), отвечающий за инженерию, дизайн-менеджер и BIM менеджер, отвечающий за современную информационную модель.

1. Кияненко, К. В. Общество, среда, архитектура: социальные основы архитектурного формирования жилой среды: учеб. пособие. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Вологда : ВоГУ, 2015.

2. Птичникова, Г. А. Массовое общество и массовая архитектура / Г. А. Птичникова, А. В. Антюфеев // Социология города. – 2011. – № 2. – С. 3–10.

### **МЕТОДИКА ВЫЯВЛЕНИЯ ГЕННОГО КОДА ИСТОРИЧЕСКИХ КВАРТАЛОВ № 85, 96, 97 ВОЛОГДЫ**

*А.В. Шнигина*

*Л.В. Анисимова, научный руководитель, канд. архитектуры, профессор  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Депрессивное состояние исторических кварталов жилой застройки малых и средних городов России, несущих аутентичную культурную ценность, говорит об актуальности данного исследования. Для выбора стратегии регенерации этой среды необходимо исследование генного кода места, позволяющего прогнозировать морфологию развития данного места.

Уже в конце XX столетия начинали говорить о городе как об «организме социального бытия». Потому что только человек способен вдохнуть в пространство жизнь, и благодаря его деятельности можно говорить о таком понятии, как «дух места». Пространство таково, какова его роль в жизнедеятельности сообществ, этот тезис подтверждается работами К. Зигте, Геддеса, Густаво Джованнони [1]. В. Глазычев и А. Гутнов предлагают методики статистического, динамического и эволюционного анализа городской среды. Т. Вавилонская поднимает проблему устойчивого развития через трансляцию региональной идентичности среды и сближение ценностных представлений о среде различных местных сообществ [2].

Цель настоящего исследования – выявление исторического генного кода центральных жилых кварталов города. Объект исследования – кварталы Верхнего посада города Вологды в границах улиц Пролетарская, проспект Победы, набережная реки Вологды и Завражская.

Автором проведен ретроспективный анализ территории в границах следующих временных этапов: конец 18 века, далее 1824 г., 1840 г., 1862 г., 1890 г., 1908 г., 1951 г., 1967 г., 2010 г. и 2019 г.

Можно утверждать, что к концу XVIII века сложилась основа квартальной конфигурации застроенной территории, которая видна на архивном плане 1824 г. с сеткой улиц размером 200×200 м.

Методика исследования основана на анализе историко-архивных и библиографических данных, с помощью которых выявлялось функциональное наполнение квартала и состав социального сообщества, проживающего здесь. Укоренившиеся функции позволят выявить генный код территории, который даст ключ для понимания концепции регенерации данной среды.

На период конца XVIII века достоверно известно, что на территории кварталов располагалось три церкви: церковь Иоанна Богослова, церковь Николая Золотые Кресты, церковь Вознесения Христова. Границы квартала примыкали к территории Горне-Успенского женского монастыря. Каждая церковь имела свою значительную территорию. По периметру кварталов располагалась жилая застройка, владельцами домов являлись купцы, мещане.

На карте 1824 г. зафиксированы разросшиеся территории, принадлежащие церквям. Социальное сообщество, наполняющее жилую застройку, состояло из мещан, купцов, чиновников и священника. На данном этапе мы наблюдаем появление смешанной торгово-жилой функции в виде жилого дома и лавки на первом этаже.

На период 1840 года торгово-жилая функция исчезает. Православно-духовная и жилая функции продолжали совместно существовать. Владельцами жилых домов были мещане, титулярные советники, коллежская ассесорша, майорша, священники и протоиерей.

Следующие архивные планы 1862 г. и 1890 г. демонстрируют появление общественно-административной функции в виде полицейской части. Вернулась торгово-жилая функция в виде жилого дома с лавкой. Православно-духовная и жилая функции всё также доминировали на данной территории. Владельцами домов были мещане, священники и чиновники.

Начало XX века 1908–1912 гг. подтверждает сохранение традиционного функционального наполнения застройки на протяжении 120 лет. Однако среди владельцев жилых домов стали появляться крестьяне.

В 20-е годы XX в. происходят значительные изменения в социальном обществе. На период 1928 г. Горне-успенский монастырь теряет свою духовную функцию и используется как воинская часть, а затем становится пересыльной тюрьмой НКВД. Церкви Иоанна Богослова, Николая Золотые Кресты и Воскресения Господня продолжают свою деятельность. Квартальная структура наполнена жилой застройкой.

На период 1951 года церковь Иоанна Богослова была цехом по производству мебели. В церкви Николая Золотые Кресты с прилегающей к ней территорией располагались автоклуб и СТО. Территория Горне-успенского монастыря не использовалась никем. Церковь Воскресения Господня уже к этому моменту была разобрана в 1937 г. На территории квартала появилось два здания, в кото-

рых расположились швейные фабрики. Жилая застройка уплотнилась. О владельцах домов и социальной структуре сообщества ничего не известно.

На плане 1967 года на месте церкви Воскресения Господня расположен памятник 800-летия Вологды. В церкви Николая Золотые Кресты находится ДОСААФ. Церковь Иоанна Богослова также является цехом по ремонту мебели. Горне-успенский монастырь передан на баланс органов культуры, но всё также находится в заброшенном состоянии. На территории преобладает жилая застройка. В 70–80-х годах XX века на исследуемой территории появляются новые дома, перевезённые из других районов города Вологды: «Дом Дмитриевских» (Воровского, 6), «Дом жилой (XIX в.)» (Воровского, 16). Таким образом, на протяжении 72 лет в структуру кварталов внедряются несвойственные производственные функции.

И уже на плане 2010 г. Горне-успенский монастырь передан в руки РПЦ, проводятся службы в храмах. Церкви Иоанна Богослова и Николая Золотые Кресты находятся в руинированном состоянии. Жилая застройка представлена в виде и жилых индивидуальных домов, и жилых многоквартирных домов. Помимо всего на территории располагается пожарная часть.

На 2019 г. церкви Иоанна Богослова и Николая Золотые Кресты переданы в руки РПЦ и имеют каждая по своему приходу. На сегодняшний день предпринимаются попытки реставрации данных церквей. Индивидуальная жилая застройка доминирует над жилой многоквартирной. На территории появились места общественного питания и общественно-административные центры. Но при всём при этом достаточно большое количество территории оказалось в заброшенном состоянии. Многие жилые дома являются либо аварийными или удовлетворительно работоспособными, либо совершенно новыми.

По итогам историко-генетического анализа было установлено, что генными и доминирующими функциями на выбранной территории были жилая и православно-духовная функции. Причем жилая реализовывалась в виде индивидуальных жилых домов, а православно-духовная – в виде действующих церквей и монастырей. Жили здесь обычные небогатые городские жители – мещане, государственные служащие и священники. При проведении регенерации объекта исследования необходимо учитывать исторически сложившийся генный код, который позволит среде устойчиво развиваться.

1. Агишева, С. Т. Проблемы развития современной архитектуры в исторически сложившейся среде города / С. Т. Агишева // Известия КГАСУ. – Казань, 2013. – № 4 (26).

2. Вавилонская, Т. В. Архитектурно-историческая среда самарского Поволжья: формирование, состояние, концепция устойчивого развития: автореф. дисс. на соискание ученой ст. доктора архитектуры: 05.23.20 / Т. В. Вавилонская; СамГТУ. – Нижний Новгород, 2017. – 58 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЪЕКТА КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ «ДОМ ЖИЛОЙ, XIX В.» В ГОРОДЕ ВОЛОГДЕ

*Д.И. Бабинина*

*И.К. Белоаярская, научный руководитель, канд. архитектуры, профессор  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Памятники истории и культуры России составляют неотъемлемую часть мирового культурного наследия, свидетельствуют об огромном вкладе народов нашей страны в развитие мировой цивилизации. Вот почему актуальной проблемой является сохранение этих памятников с целью передачи культурного наследия будущим поколениям. Созданные в прошлом памятники архитектуры продолжают использоваться и по сей день, хотя и не всегда по своему прямому назначению. Такие памятники, помимо или вместо своего исходного предназначения, служат целям развития науки, народного образования и культуры [2].

Общее количество памятников истории и культуры Российской Федерации, находящихся под государственной охраной, достигает примерно 140 тысяч; из них 25 тысяч – памятники истории и культуры федерального значения, остальные – памятники истории и культуры регионального и местного (муниципального) значения. Сохранение и использование памятников – комплексная проблема, для решения которой необходима совместная работа специалистов различного профиля: историков, музееведов, экономистов [2].

С каждым годом архитектурных памятников и исторических зданий в наших городах остается все меньше. Некоторые из них исчезают по причине естественного старения, другие сносятся, чтобы освободить место для новой стройки, третьи переделывают до неузнаваемости. В такой ситуации проблема максимально эффективного использования исторических зданий становится особо актуальной.

Объект исследования расположен в исторической части города Вологды, застройка которого вплоть до середины XX века была деревянной. «Уникальность и своеобразие жилой застройки исторических городов Русского Севера состоит, прежде всего в том, что в этих городах вся городская застройка возводилась из дерева» [1, с. 104]. В настоящее время существует угроза утрата ценнейшего наследия исторических городов России – деревянной жилой застройки. Объект исследования является характерным типом деревянного жилого дома, появившимся в городе Вологде в середине XIX века. «В середине XIX – начале XX веков Вологда застраивается деревянными зданиями в 1–2 этажа» [1, с. 106].

Объект культурного наследия регионального значения «Дом жилой, XIX в.», расположенный по адресу г. Вологда, ул. Маяковского, 4 (бывший

адрес ул. Герцена, 7), построен в 1840 году. В 1973 году дом был перенесен на нынешнее место с улицы Герцена, 7 (угол улицы Пушкинской). Двухэтажный, деревянный, обшитый тесом, прямоугольный в плане, с небольшой пристройкой. Дом имел две пристройки, в которых располагались два входа. В пристройке, расположенной с северного фасада, на втором этаже находился небольшой открытый балкон. На первом этаже было две входных двери. Одна из них вела в помещение первого этажа, через вторую дверь можно было попасть на лестницу, которая вела к помещениям второго этажа. Второй вход расположен на южном фасаде. Этот вход закрыт пристройкой и в нем расположена лестница, которая ведет на второй этаж.

Первый этаж состоит из ряда помещений, объединенных одним коридором, проходящим в средней части здания, второй этаж по своей планировке почти повторяет первый. В доме как на первом, так и на втором этажах имелись «голландские» печи позднего происхождения. Всего в доме насчитывалось 10 печей. Сохранились первоначальные дверные полотна и лестничные балясины.

Главный (западный) фасад выходил на улицу (ранее на улицу Герцена, в настоящее время на улицу Маяковского). Главный фасад имеет осевую композицию. Главная ось подчеркнута на втором этаже широким трехчастным окном, декорированным богатым резным наличником, над которым располагается слегка приподнятый щипцовый фронтон. На остальных фасадах окна оформлены простыми наличниками. Углы западного фасада украшены пилястрами. Над всеми фасадами проходит массивный карниз со значительным выносом. Крыт дом железом. Габариты дома 18×10,8 м.

«Дом жилой, XIX в.», расположенный на ул. Маяковского, 4, является образцом обывательских жилых домов города Вологды.

1. Глибкина, Т. М. Типология деревянной жилой застройки города Вологды XVIII–XIX веков / И. К. Белоярская, Т. М. Глибкина // Проблемы сохранения и преемственности архитектурно-градостроительных традиций в современном городе: материалы Международной научно-практической конференции. – Волгоград : ВолГАСУ, 2013. – С. 104–111.

2. Соколов, Ю. В. Современное использование памятников архитектуры // Гуманитарные научные исследования. – 2016. – № 7 [Электронный ресурс]. URL: <http://human.snauka.ru/2016/07/15840>

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЪЕКТА КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ «ДОМ ЖИЛОЙ (дер.), XIX ВЕК»

*А.А. Головкина*

*И.К. Белоаярская, научный руководитель, канд. архитектуры, профессор*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Большинство исторических зданий и памятников расположены в центре города Вологды – самой активной и насыщенной ее части. В настоящее время все меньше и меньше остается в городах деревянных зданий. Одним из сохранившихся памятников является объект культурного наследия федерального значения, находящийся вблизи Соборной горки на улице Засодимского, д. 14 – «Дом жилой (дер.), XIX в.» (дом Воробьева). Одной из важных проблем реставрации является дальнейшее использования объектов реставрации. «Поэтому уже при возникновении вопроса о необходимости восстановления памятника истории и культуры должен вполне определенно и обоснованно быть решенным вопрос об использовании» [1, с. 48].

*Цель исследования* – сохранение его исторической, архитектурной, эстетической и научной ценности, а главное защита (консервация) объекта от дальнейших разрушений и сохранение его в первоизданном виде для будущего поколения.

*Объект исследования* – объект культурного наследия федерального значения «Дом жилой (дер.), XIX в.», расположенный по адресу: Вологодская область, г. Вологда, ул. Засодимского, д. 14.

*Основной метод исследования* – сбор и систематизация историко-библиографических и исторических материалов, доказательство в требуемой защите объекта от дальнейших разрушений.

В процессе ознакомления с документами и паспортом памятника было установлено, что дом был возведен в 1910 году в стиле модерн, строителем Бутыриным по заказу Воробьева. Дом двухэтажный на кирпичном фундаменте. Стены бревенчатые не обшитые. Перекрытия плоские деревянные. Основные габариты 10×9,5×8 м. Дом Воробьева имеет три входа, первый расположен в пристройке на главном северо-восточном фасаде, эта дверь ведет в квартиру на первый этаж и на лестницу – в квартиру второго этажа. Другие два входа находятся на юго-восточном фасаде здания. Одна из них ведет в квартиру первого этажа, через вторую дверь можно попасть на лестницу. Внутренняя планировка здания – блочного типа. Всего в доме расположено четыре квартиры. Второй этаж по своей планировке почти повторяет первый. В доме как на первом, так и на втором этажах имеются печи. Общее состояние дома – хорошее.

Резьба, украшающая дом, очень напоминает вологодское кружево и является большой редкостью. Основным украшением главного фасада является веранда на спаренных многогранных колонках без баз и капителей, открытая в обоих этажах, но, к сожалению, частично утраченная и не сохранившаяся до наших времен. В мотиве резьбы решетки балкона стилизованными лирами явно выражен стиль модерн. Наличниками окон по фасаду служат колоды, украшенные лишь верхней полочкой – свесом, имеющим скорее утилитарное значение, чем декоративное. Столярка окон старая с большим количеством членений. В то же время узорный фриз, подзор балкона второго этажа напоминают тонкое вологодское кружево. Все эти украшения удачно сочетаются с объемным решением, создавая художественно законченный облик дома.

Дом входит в застройку площади вокруг ц. Варлаама Хутынского, а также имеет большое значение, так как формирует площадь дорегулярной застройки Вологды [1].

Самое интересное, что этот памятник архитектуры не переносился и на протяжении всей своей истории здание всегда оставалось частным жилым домом. Изначально он являлся домом дворян Огородниковых, а в 1912–1917 годах жила семья революционера И.А. Саммера. И по настоящий момент он является жилым. «Каждый памятник истории как элемент прошлого можно сохранить для будущего только с приданием ему жизнеспособности в настоящее время, то есть активным включением его в современную жизнь» [1, с. 65].

Поэтому хочется отметить, что при правильном подходе приспособление исторических зданий – это не только путь к их сохранению, но и способ сделать их ценными для каждого человека.

1. Белоярская, И. К. Сохранение и развитие исторического наследия и архитектурно-реставрационное образование / И. К. Белоярская // Вектор архитектурного образования – рациональный прагматизм или концептуальные фантазии: материалы международной научной конференции. – Казань : КазГАСУ, 2006. – С. 46–48.

2. Характеристика градостроительной и художественной ценности сложившейся застройки центра города. – (<https://nason.ru/zastroikacentra>) (<https://www.booksite.ru/fulltext/such/town/in/rus/sia/index.htm>)

## ВОССОЗДАНИЕ НАРУЖНОГО АРХИТЕКТУРНО-ЛЕПНОГО ДЕКОРА ДОМОВ КУЛЬТУРЫ

*Д.А. Дёмин*

*И.А. Котенко, научный руководитель, канд. архитектуры, доцент*  
Самарский государственный технический университет  
г. Самара

*Актуальность* научных работ по эффективному применению новых строительных материалов для ремонта, реконструкции и реставрации объектов культуры, построенных в конце 50-х – начале 60-х годов, велика в настоящее время, когда наглядным стал физический износ их конструкций и наружной отделки. Многие здания Домов культуры востребованы, продолжают эксплуатироваться, однако требуют ремонта, а некоторые из них находятся в аварийном состоянии. Одним из элементов, который практически всегда бывает разрушен, частично или полностью утрачен, является архитектурно-лепной декор на фасаде.

Почти все здания Домов культуры в конце 50-х – начале 60-х гг. выполнялись в неоклассическом стиле. Архитектурно-лепной декор использовался в различных декоративных элементах фасада: колоннах, карнизах, фризах, картушах, венках, гирляндах, модульонах, кронштейнах, балясинах, вазонах и др.

И если методика проведения обследований и усиления конструкции хорошо разработана, то методика выбора новых материалов взамен старого гипса с учётом принципиальных критериев эффективности исполнителям ремонтно-реставрационных работ неизвестна.

*Новизной данной работы* является разработка методики выбора современных строительных материалов для воссоздания старых гипсовых архитектурных деталей с помощью новых эффективных материалов.

*Целью работы* является сравнение достоинств и недостатков новых строительных материалов и предложение их эффективного использования при ремонте, реставрации и воссоздании архитектурно-лепного декора.

*Задачи работы:*

- изучение традиционной старой отделки здания;
- изучение причин разрушения прежнего декора;
- сбор информации о новых материалах наружной отделки зданий;
- изучение свойств строительных материалов для наружной отделки;
- сравнение свойств новых материалов по выбранным принципиальным критериям;
- разработка предложений по использованию новых строительных материалов.

*Объектом изучения* выступают свойства новых строительных материалов: фибробетона и его разновидностей, пенополистирола, а также полимер-

бетонов для замены старого гипсового архитектурно-лепного декора на фасаде.

*Методами изучения* являются историко-архивный, научно-библиографический методы, сравнительный и системный анализ, экспертный метод.

*Результатом работы* является предложение использования новых современных строительных материалов для архитектурно-лепного декора фасадов в зависимости от вида ремонтно-реставрационных работ.

В ходе работы были изучены традиционные подходы создания лепного декора. Исторически сложилось, что в наружной лепнине зданий 60-х годов использовался обыкновенный гипс. Он использовался не только в орнаменте, но и при изготовлении колонн в портиках входов в Дома культуры. Их изготовление было особенно трудоёмким, осуществлялось практически ручным способом с изготовлением лекал, провешиванием от руки или вытягиванием с помощью правил и шаблонов. Гипс не является атмосферостойким материалом.

Были выбраны критерии сравнения свойств новых материалов. Это малая трудоёмкость монтажа, трещиностойкость, устойчивость к усадке, атмосферостойкость, износостойкость, огнестойкость, увеличение срока между ремонтами, совместимость с материалами стены по характеристикам температурного расширения [1, 2].

Если преследуется цель исключительно реставрации элементов лепнины, рекомендуется высококачественный гипс ГВВС-16, выпускаемый Самарским гипсовым комбинатом. Для воссоздания колонн по этим критериям и дополнительного требования прочности и легкости может быть рекомендован стеклофибробетон и стеклофиброгипс отечественного производства. Для получения конкретных свойств в состав добавляются суперпластификаторы, гидрофобизаторы, замедлители схватывания и антиморозные добавки. Пенополистирол не является огнестойким материалом, для наружных работ требует специального стекловолоконного армирования и покрытия слоем бетонополимера. Полимербетоны обладают горючестью и более высокой стоимостью, зависящей от стоимости вяжущих. Свойства могут быть скорректированы добавками.

Для ремонта лепнины могут использоваться ремонтные составы для наружных работ французской компании *Semin*, не требующие армирования и легко обрабатываемые, не дающие усадки и трещин.

*Выводы:*

1. Использование для реставрации наружного лепного декора, обычного гипса нерационально, что связано с высокой степенью его разрушения.
2. Для реставрации лепнины рекомендуется применение высококачественного гипса ГВВС-16, выпускаемого Самарским гипсовым комбинатом.

3. При воссоздании крупного архитектурного декора целесообразно использование фибробетона и его разновидностей, для ремонта – составов фирмы Semin.

1. Котенко, И. А. Реставрация и ремонт кирпичной кладки [Электронный ресурс]: учебное пособие. – Саратов: Ай Пи Ар Медиа. – 69 с.

2. Котенко, И. А. Реконструкция зданий и сооружений. Реставрация и ремонт кирпичной кладки [Электронный ресурс]: учебное пособие для СПО. – Саратов: Ай Пи Ар Медиа. – 69 с.

## НАТУРНЫЕ ОБСЛЕДОВАНИЯ ГЕОРГИЕВСКОЙ ЦЕРКВИ СЕЛА КОСКОВО В ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

*Е.В. Кокарева*

*И.К. Белоярская, научный руководитель, канд. архитектуры, профессор  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Георгиевская церковь располагается в Кичменгско-Городецком районе в с. Косково, в 17 км от Кичменгского Городка. Первое упоминание относится к 1682 г. в «Писцовой книге» Никиты Вышеславцева. Современный облик Георгиевский храм получил в начале XX в. Строительство продолжалось с 1875 до 1910 г., так как прежний одноэтажный каменный храм стал малопоместительным. Церковь Георгия Победоносца стоит в центре села Косково. «Храмы в любом древнерусском городе имели градообразующую роль. Они являлись доминантами в объемно-пространственной структуре, крупными градостроительными узлами в плане городов, оформляя городские набережные храмами, русские зодчие выделяли значимую природную доминанту, подчеркивая выразительность естественного ландшафта городской территории» [1, с. 39].

*Цель исследования:* провести натурные обследования Георгиевской церкви в с. Косково Кичменгско-Городецкого района Вологодской области.

*Задачи:* проведение натурных обследований; выполнение обмерных чертежей; определение и описание конструктивных и стилистически-художественных утрат; выполнение чертежей дефектов объекта исследования; выполнение фотофиксации объекта.

*Объект исследования:* Георгиевская церковь в селе Косково.

Церковь представляет собой двухъярусный объем: в нижнем ярусе – теплый (зимний) храм, в верхнем – холодный (летний); построена в стиле эклектики, выложена из кирпича размером 250×135×70, состоит из четырех объемов, поставленных по продольной оси: граненой двухъярусной апсиды,

двухъярусного четверика, двухъярусной трапезной и колокольни. Верхние ярусы колокольни и паперть были разобраны в 30-е годы XX в.

Четверик храма – кубический бесстолпный объем с пофронтонным завершением фасадов, увенчанный пятиглавием. Круглый световой барабан центральной главы выполнен из кирпича, остальные барабаны, меньшие по размерам, выполненные из дерева и обитые железом, имеют декоративное значение. В нишах барабанов сохранились следы краски нарисованных окон. Перекрытие четверика первого этажа выполнено коробовым сводом с распалубкой, второго – парусно-сомкнутым сводом. Также в четверике сохранились фрески великоустюгских мастеров и следы иконостаса.

К трапезной с западной стороны примыкает массивный притвор, украшенный спаренными пилястрами и ложными закомарами. Снаружи сохранились следы паперти, по которым видно, что она представляла собой прямоугольный объем с двухскатной кровлей. С северной стороны притвора в верхний храм ведет лестница двухмаршевая на входе и одномаршевая на выходе, с коваными перилами. Между маршами на лестничной площадке есть дверь, ведущая в подвал. Подвал притвора перекрыт врезками из нескольких сводов: коробового и четвертьцилиндрического. На втором этаже притвора сохранились деревянные массивные двери в трапезную; в южной части притвора на 2-м этаже располагается лестница, ведущая на колокольню. В результате разрушения колокольни в 30-е годы XX века своды притвора верхнего храма утрачены и в настоящее время зашиты деревянным потолком.

От колокольни сохранилось восьмигранное основание. С южной стороны колокольни остались пяты арок и проем. Имеется одномаршевый сход с кирпичным покрытием.

По периметру церковь окружена простым в 3 кирпича карнизным поясом с металлическим отливом между этажами. Масштаб декора задают крупные арочные окна, акцентированные рамочными наличниками. По высоте четверика вытянуты пилястры с двойным карнизом. В нижней части четверика под пилястрами имеется декоративная рустовка. Пятигранная в плане апсида храма увенчана небольшим декоративным барабаном с главкой.

Были выполнены обмерные и дефектные чертежи, согласно которым общая длина храма составляет 43 м, высота храма по главке над центральным барабаном – 28,5 м. Толщина свода в перекрытии составляет 3 кирпича.

Фундамент сложен из валунов и крупного бутового камня. Известковый раствор между камнями подвергся почти полному вымыванию, вследствие чего валуны стали сдвигаться в сторону. По периметру здания появились неравномерные осадки, трещины в цокольной части раскрытием до 2 см между объемом трапезной и колокольни на втором этаже трещина раскрытием до 5 см. Негативное влияние на храм оказывают атмосферно-климатические условия, вибрационные нагрузки, а также расположение церкви на краю осы-

паемого откоса. Помимо этого на здании церкви имеются следы многочисленных протечек, отслоения штукатурки.

Таким образом, всестороннее комплексное натурное изучение храма позволяет оценить текущее состояние его конструкций, выявить причины их деформации и деформации, определить сохранность стилистически-художественных деталей, установить утраты.

1. Белоярская, И. К. Реставрация церкви Рождества Богородицы на Нижнем Долу в городе Вологде / И. К. Белоярская // Архитектурно-художественное образовательное пространство будущего: сборник материалов Международной научно-методической конференции. – Ростов-на-Дону : Изд-во Южного федерального университета, 2015. – С. 38–41.

2. Пшеницын, Д. А., Хомутов, А. Н. Страницы истории волости Шонга (XVII–XX вв.) : Городецкое и Кичменгское сельские поселения, Кичменгско-Городецкий район. [Текст] / Д. А. Пшеницын, А. Н. Хомутов; [предисл.: С. А. Гладких, к.и.н.]. – Вологда: [б. и.], 2015. – 284 с.

## РЕСТАВРАЦИЯ ЦЕРКВИ УСПЕНИЯ БОЖИЕЙ МАТЕРИ В СЕЛЕ ВЕРХОВАЖЬЕ

*Д.С. Крупнова*

*И.К. Белоярская, научный руководитель, канд. архитектуры, профессор  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Сохранение культурного наследия все более осознается как одна из самых важных проблем, стоящих перед обществом. На всей территории России много заброшенных церквей. С каждым годом их становится все меньше из-за их утраты. Одни исчезают по причине отсутствия должного поддержания здания в работоспособном состоянии, другие в результате многочисленных перестроек утрачивают свой первоначальный вид до неузнаваемости. В такой ситуации проблема реставрации и максимально эффективного использования памятников архитектуры становится особенно актуальной.

*Основной целью* работы является исследование церкви Успения Божией Матери в с. Верховажье и определение необходимости её реставрации с воссозданием утраченного завершения.

*Объект исследования* – церковь Успения Божией Матери в селе Верховажье.

*Предмет исследования* – объемно-пространственная структура, планировка и декор церкви Успения Божией Матери.

*Новизна исследования* заключается в недостаточной исследованности храма, его планировки и объемно-пространственной структуры.

Успенский собор расположен в центре села Верховажье. Первое упоминание о Верховажье относится к XII–XIII вв. В результате работы с историко-архивными материалами было определено, что церковь Успения Богородицы построена на месте раннее существовавшей и сгоревшей при пожаре деревянной церкви. Первый камень в основание фундамента Успенского собора был заложен в 1755 г. Полностью строительство было завершено в 1798 г.

Церковь каменная одноэтажная, холодная и теплая с колокольной в одной связи, построена в стиле барокко. Холодная – в 1765 году, а теплая с колокольной – после 1775 года на средства местных жителей и прихожан. Высота кладки колокольни составляла 15 сажень (около 32 метров), купол со шпилем был высотой 12 сажень (26 метров). Общая высота колокольни 27 сажень (58 метров). Памятник имеет продольно-осевую планировочную композицию, состоящую из трехчастной апсиды, двусветного четверика, двухстолпной трапезной и колокольни с двумя притворами по бокам. Четверик храма был увенчан пятиглавым завершением. Над трапезной, покрытой системой коробовых сводов, ранее располагались две главы на восьмигранных барабанах. Перекрытие паперти и притворов плоское. Широкий (сейчас заложенный) проем связывал паперть с трапезной. Стены храма сложены из кирпича на известковом растворе.

Декоративное убранство сохранившихся частей памятника выдержано в духе барокко. Стены трапезной, четверика и алтаря венчает профилированный карниз с рядом консолеобразных сухарей. Одинарные пилястры располагаются на углах притворов паперти и в межколонных простенках на фасадах трапезной. Спаренные пилястры разделяют стены храма и алтаря. Окна трапезной и алтаря арочные с профилированными наличниками. Над ними помещаются изогнутые в виде трех полукружий кокошники. Западный фасад украшают два барочных клейма (картуши).

В настоящее время существует проблема утраты восьмигранного свода с пятью главами над четвериком и верхних ярусов колокольни. В результате обследования были обнаружены трещины в карнизной части стен в местах примыкания поздних пристроек к храмовому зданию. В нижней части стен имеются следы намочения и на северном фасаде наблюдаются утраты кирпичной кладки на глубину до 10 см.

Проект реставрации церкви подразумевает воссоздание завершений, проведение инженерных работ с целью устранения причин появления повреждений на сооружении, а также их последствий – трещин и других дефектов.

В процессе исследования были произведены натурные обследования здания, обнаружены и проанализированы исторические фотографии, архивные и

историко-библиографические материалы о церкви и историко-архитектурной среде, проведен поиск аналогов.

Также были выявлены следующие ценностные характеристики церкви Успения Божией Матери, главной из которых является *градостроительная ценность* – храм является архитектурной доминантой исторически-сложившейся среды.

В настоящее время храм Успения Божией Матери в селе Верховажье сохранил свою первоначальную функцию и в перспективе существует возможность введения новой культурно-просветительской функции. «Каждый памятник истории, как элемент прошлого, можно сохранить для будущего только с приданием ему жизнеспособности в настоящее время, то есть активным включением его в современную жизнь» [1, с. 65].

Таким образом, в результате проведенных исследований была выявлена необходимость в реставрации Успенского собора. Проектом предполагается комплексная реставрация с воссозданием утраченных завершений церкви.

1. Белоярская, И. К. Проблемы реставрации и сохранения архитектурно-градостроительного наследия Вологодской области в XXI веке. // Проблемы архитектурного образования и сохранения архитектурного наследия. Материалы международной научной конференции. – ТГАСУ. Томск, 2005 – С. 63–65.

## ИССЛЕДОВАНИЯ ЖИЛОЙ ИСТОРИЧЕСКОЙ ЗАСТРОЙКИ НА УЛИЦЕ МАЛЬЦЕВА В ГОРОДЕ ВОЛОГДЕ

**Ф.А. Павлов**

**И.К. Белоярская**, научный руководитель, канд. архитектуры, профессор  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

В древности город Вологда, как и большинство старинных русских городов, состоял из трёх частей: Город или детинец – огороженная крепостными стенами территория, на которой располагались административные, религиозные и жилые здания, склады и торговые лавки. Город был обнесён крепостными стенами и глубокими рвами. В центре Города располагался Кремль. «Конфигурация кремля в плане получила ромбовидную форму, окруженную со всех четырех сторон водой: с востока была река Вологда, с юга речка Золотуха, русло которой было расширено и углублено, а с северной и западной сторон были вырыты искусственные рвы, соединявшиеся с реками» [1, с. 146]. К Городу примыкали посады и слободы. Рассматриваемая в данной работе местность находилась на территории слободы «Ехаловы кузнецы», в истори-

ческой части Вологды, в Верхнем посаде и входит в 70-й квартал, ограниченный современными улицами: Мальцева, III Интернационала, соответственно бывшими улицами: Пятницкая и Зелёный Луг.

Целью исследования является определение ценностных характеристик исторической застройки улицы Мальцева. Объектом исследования является застройка начала XX века. Предметом исследования являются ценностные характеристики отдельных элементов и территории квартала. В работе были поставлены следующие задачи: проанализировать собранный библиографический и архивный материал, определить ценностные характеристики и состояние застройки [1].

На первом подтвержденном плане от 1781 года уже показан квартал № 70, но его территория ещё не освоена. План предполагал ликвидировать все криволинейные улицы города. Предусматривалось образовать чёткую прямоугольную систему улиц. Одна из улиц получила название Пятницкая (ул. Мальцева) по одной из старейших по церкви Параскевы Пятницы [2]. Территория вдоль Пятницкой улицы от современного проспекта Победы до Октябрьского бульвара отводилась под застройку каменными зданиями. Вопреки утверждённому плану административный центр был перенесён на территорию Нижнего посада. Таким образом, в связи с утратой значимости Пятницкой улицы, отпала необходимость застройки её каменными зданиями. Но, не смотря на это, ещё долгое время деревянная застройка улицы не разрешалась.

После снятия запрета Пятницкая улица на всём своём протяжении начинает интенсивно застраиваться деревянными домами. Постройка новых каменных и деревянных домов, жилых и гражданских, разрешалась лишь по разработанным фасадам и красным линиям вновь пробитых улиц. Дома, попавшие за черту улиц, не разрешалось капитально ремонтировать, их владельцам отводились земельные участки в плановых кварталах. Сохранился чертёж квартала с разбивкой на домовладения, без показания построек, выполненный в начале XX столетия, изображённый на листе № 73 «Чертежи города Вологды (кварталов)». Из него видно, что к 1900-м годам на территории квартала находилось девять домовладений в основном по ул. Пятницкой. Территория застраивалась в основном одно–двухэтажными деревянными домами. Флигели и хозяйственные постройки – каретники, амбары, бани и ледники – располагались во дворе. Остальная часть участка использовалась под огород и сад. Въезд во двор оформлялся воротами. Обычно деревянные ворота ставились между двумя калитками, перед домами, во дворах и огородах – обилие зелени.

В 1906 г. Вологодской городской управой было выдано разрешение отставному унтер-офицеру Афанасию Киприановичу Горбунову на постройку шести домов на участке, приобретённом им 6 сентября 1906 г. у мещанки Ольги Алексеевны Нечаевой – по нынешней ул. Мальцева 64–74. Дома эти строились изначально для последующей продажи. Большинство исторических

жилых, деревянных зданий было утрачено, сохранились только два деревянных дома по ул. Мальцева: № 70 и 72.

Объекты представляет собой четко локализуемую на исторически сложившейся территории группу зданий, общностью функционального развития и композиционными связями объединенных в целостный ансамбль.

1. Белоярская, И. К. Исторический план города Вологды – объект культурного наследия / И. К. Белоярская // Наука, образование и экспериментальное проектирование в МАРХИ: материалы докладов научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава и молодых учёных 11–15 апреля. – Москва : МАРХИ, 2011. – С. 145–150.

2. Первый подтвержденный план г. Вологды 1781 г., помещённая в «Атлас городов Вологодского наместничества». РГВИА Ф. 846. Оп. 16. Д. 21544. Л. 2.

## **АНАЛИЗ АНАЛОГОВ ЦЕРКВИ СВ. НИКОЛАЯ ЧУДОТВОРЦА В НИКОЛЬСКОМ ТОРЖКЕ КИРИЛЛОВСКОГО РАЙОНА**

*К.А. Пестерев*

*И.К. Белоярская, научный руководитель, канд. архитектуры, профессор  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Восстановление разрушенных храмов и строительство новых – характерная тенденция нашего времени.

При выполнении проекта «реставрация памятника архитектуры», имеющего значительные утраты практически обязательным является разработка раздела, посвященного определению и исследованию аналогий. «Материал, собранный по аналогичным произведениям архитектуры, зачастую является основным доказательством предлагаемого варианта реставрации памятника архитектуры в общем объеме или его конструкций, деталей, интерьеров помещений» [1, с. 21].

Объектом исследования является руинированный объем церкви Св. Николая села Никольский Торжок.

Целью исследования является систематизация и анализ аналогов исследуемого объекта.

В задачи исследования входит:

1. Работа с библиографическими источниками и историческими материалами.
2. Систематизация аналогов по отдельным типам.
3. Определение общих характеристик аналогичных объектов и исследуемого храма.

Тёплый каменный храм был построен предположительно в 1740 г. на месте сгоревшего деревянного. До нашего времени храм дошёл в руинированном состоянии. Полностью сохранился внешний контур стен основного объема и пристроенной колокольни, планировка в целом прочитывается, полностью утрачены перекрытия, столпы, завершение основной части, отсутствует колокольня. Кладка стен либо подвержена эрозии, либо обрушению. В стенах имеются поздние проёмы. Пластика фасадов также почти полностью утрачена.

Храм имеет сложную историю перестроек. В ходе библиографических изысканий выяснилось, что исследуемый храм раньше назывался иначе – в честь великомученика Димитрия Солунского. В 1867 г. была «переложена» трапезная [2]. В Советское время его приспособили под мастерские, а с 1960-х годов храм пустует.

Храм нетипичен по своему объёмно-пространственному решению: трёхнефный, трёхапсидный, он не имеет внешнего трёхчастного членения. Предположительно, сооружение, построенное в XVIII в. и перестроенное в XIX в., имело как позднебарочные элементы, так и раннеклассические. Элементы декора на сохранившихся до наших дней стенах выполнены в стилистике провинциального классицизма.

На основе архивных фотографий удалось выяснить, что у храма имелась восьмигранная колокольня со скруглённым восьмигранным завершением и шпилем, а основная часть венчалась скорее всего восьмериком.

Аналоги анализировались по типам:

- 1 – по объёмно-пространственной композиции;
- 2 – по планировочному решению;
- 3 – по колокольне;
- 4 – по завершению основной части.

Наиболее близкими являются следующие аналоги:

Церковь Троицы Махрицкого монастыря, построенная в 1808 году на месте разобранного храма. Классический одноапсидный храм с портиками, примыкающими к четверику, имеет вытянутую трапезную и трёхчастную позднюю колокольню. Четверик завершается барабаном и купольным сводом с небольшой главкой. По объёмно-пространственной композиции этот храм является прямым аналогом церкви Николая Чудотворца.

Аналогом по планировочному решению является церковь Константина и Елены во Владимире, построенная в 1755 г. Храм трёхнефный, трёхапсидный, имеет схожее расположение завершения четверика. Планы храмов похожи по своей конфигурации и габаритам.

Аналогом по колокольне является храм Александра Невского в Вологде, построенный во второй пол. XVIII в. Он имеет схожий восьмигранный верхний ярус колокольни и его завершение со шпилем.

Аналогом по форме завершения основной части является Владимирская холодная церковь в Вологде, выстроенная 1764 г. в стиле барокко. Её завершение – ярусное, с восьмериком и круглой главкой.

Таким образом, восстановление элементов руинированного здания подразумевает всестороннюю работу с аналогами. Аналоги могут находиться в разных регионах, но предпочтение отдаётся вологодским храмам. Не удалось обнаружить построек, полностью идентичных исследуемому объекту. В связи с этим, аналоги должны подбираться в достаточном количестве по каждому конкретному утраченному элементу храма.

1. Белоярская, И. К. Изучение аналогий в учебном проектировании реставрации объектов историко-культурного наследия / И. К. Белоярская // Известия Ереванского государственного университета архитектуры и строительства. – Ереван, 2011. – С. 21–24.

2. Глызина, Л. Из истории храмов в Николаевском Торжке / Л. Глызина // Новая жизнь: районная газета. – Кириллов, 2003. – 11 сентября (№ 107).

## ИССЛЕДОВАНИЯ УСАДЕБНОГО АНСАМБЛЯ СОКОЛОВА В ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ

*П.Н. Потялицына*

*И.К. Белоярская, научный руководитель, канд. архитектуры, профессор  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Деревня Менчаково расположена в северо-западной части сельского поселения. С южной и восточной стороны от населенного пункта протекает река Меда. К населенному пункту ведет автомобильная дорога регионального значения «Семеновское–Селиверстово»–Менчаково.

Усадьба и приусадебный парк помещика Павла Аполлоновича Соколова в деревне Менчаково – единый культурно-архитектурный ансамбль конца XVIII – начала XIX века. «Загородная русская усадьба на Севере являлась естественной и органичной частью усадебной культуры России» [1, с. 219]. На территории парка сохранились вековые липы, посаженные ещё при помещике Соколове в конце XVIII века, а также пруд.

*Целью работы* является исследование усадьбы помещика Соколова.

*Объектом исследования* являются усадебный дом, парк и другие сохранившиеся элементы комплекса.

Усадьба ведёт свою историю с конца 1726 года, когда дворянин Терентий Соколов построил первую часть усадьбы, которая имела лишь 3 помещения, а к 1804 году усадьба приняла свой современный вид – два этажа, пристроен-

ный балкон с западной стороны усадьбы и чердак, изначально планировавшийся как третий этаж усадьбы. После Октябрьской революции усадьба Соколовых была национализирована, что стало началом второй эпохи ее истории: в 1918 году она была отдана под комсомольскую коммуны, а в 1935 в здании открылась Урицкая основная школа. Школа в здании усадьбы Соколовых просуществовала до 2012 года, сейчас здание пустует и постепенно разрушается.

Дом представляет из себя прямоугольное в плане здание 16 м на 21 м. Для постройки здания использовался индивидуальный кирпич размерами 110×70×240, который изготавливали на именном заводе неподалёку от усадьбы. На кирпиче также имеются инициалы владельца. Усадебный дом, построенный в 1726 году и имевший 3 помещения со сводами, выполнен в стиле классицизма и имеет редкие декоративные элементы. Сама архитектура дома несет в себе знания об исторической технологии строительства XVIII–XIX вв. Кладка сводов, стен, оформление оконных проемов и декор отражают стилевые и конструктивные особенности, характерные для того времени. Декоративное оформление фасадов было довольно скромно: простые наличники окон первого и второго этажей, несложный карниз. Центральный вход усадьбы оформлен крыльцом.

На доме утрачен балкон на южном и восточном фасаде – в 1911 году был проведён капитальный ремонт (видимо в то время их и убрали, но на восточном фасаде остались следы и дверь на бывший балкон, которая сейчас выполняет функцию простого окна). В интерьере сохранились печи. Утрачены покрытия семи из девяти помещений первого этажа.

Среди фрагментов культурного ландшафта, оставшихся нам в наследство от прошлого, наибольший интерес представляет провинциальный усадебный парк.

В Ярославской области примером паркового строительства является парк усадьбы Соколова, прилегающий к дому, который является объектом охраны (дом и парк: постановление Главы Администрации Ярославской области от 22.11.1993 № 329). Он имел четкую планировку: главная аллея делит парк на 2 части, по бокам аллеи расположены симметрично поляны, на которых, по воспоминаниям старожилов, были разбиты цветники. Если в северной части парка основными посадками являются липы, то при перемещении к югу по центральной аллее путь преграждает аллея лиственниц и кедров.

Усадьба Соколова стоит на водоразделе и не имеет выхода к реке, поэтому помещиками были выкопаны пруды: один – черный, для хозяйственных нужд – находился на задворках усадьбы, второй – белый, господский – предназначался для отдыха и купания. По воспоминаниям старожилов, дно господского пруда было выложено мраморными плитками. Водоемы имеют очертания букв «С» и «П», инициалов помещика Павла Соколова.

Усадьбы имели четкие границы, отделявшие их от бытового «хозяйственного» или «дикого» ландшафта. Функцию границ выполняли не заборы, а рядовые посадки высоких деревьев – лип, елей, берез – по краям двойного земляного вала с дренажной канавой посередине. Границы усадьбы Соколова хорошо заметны и сегодня.

Поместье было связано с большими дорогами специальной дорогой-аллеей, обсаженной березами и другими деревьями. Такие дороги называли «екатерининскими», в Менчаково их называют «садовыми».

Усадебный ансамбль Соколова представлял собой целостный комплекс, исследование которого позволит оценить роль в историческом развитии усадебного строительства России.

1. Белоярская, И. К. Историко-ретроспективный анализ памятника архитектуры усадьбы Андреевых-Резановых в селе Спасское Куркино Вологодской губернии / И. К. Белоярская // Современные технологии и методика в архитектурно-художественном образовании: материалы Международной научно-методической конференции / науч. ред. Н. В. Багрова; – Новоси�. Гос. Ун-т архитектуры, дизайна и искусств, – 2016. – С. 219–221.

2. Ельчанинов, И. Н. Род Соколовых – 2. Подробная опись Менчаковского архива Соколовых. – Ярославль, 1913.

## ИССЛЕДОВАНИЯ ВОСКРЕСЕНСКОГО ГОРИЦКОГО МОНАСТЫРЯ КИРИЛЛОВСКОГО РАЙОНА ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

*А.И. Чиркова*

*И.К. Белоярская, научный руководитель, канд. архитектуры, профессор  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Культурное наследие Вологодской области включает, кроме исторических городов и поселков, ряд поселений с древней историей с ценными памятниками архитектуры и сохранившейся средовой застройкой.

Судьба исторических поселений не может не беспокоить, так как они с каждым годом теряют памятники, историческую застройку. Это же происходит и с огромным числом небольших сел и деревень, которые до сего дня донесли шедевры деревянного и каменного зодчества и сами являются памятниками народной жилой среды в единстве с природным комплексом.

*Цель работы* – исследование Воскресенского Горицкого девичьего монастыря Кирилловского района Вологодской области.

*Объектом исследования* являются постройки монастыря и его территория.

*Предмет исследования* – основные характеристики жилых и хозяйственных построек.

Воскресенский Горицкий девичий монастырь расположен на возвышенном левом берегу судоходной реки Шексны, у подножия горы Мауры, в 7,5 км от Кириллова.

В 1544 году на средства княгини Ефросиньи Андреевны был построен Воскресенский собор с приделом во имя преподобного Кирилла Белозерского, вскоре был сооружен еще один придел – в честь иконы Божьей Матери Одигидрии, которую по преданию принес на Белоозеро преподобный Кирилл. На одном из листов летописи Горицкого монастыря содержится дата об устройении храма в 1549 году.

Соборный комплекс имел живописную композицию, усложненную пристройкой еще одного придела в начале XVII века. Центральным является холодный собор Воскресения Христова, остальные здания группировались вокруг него. Несмотря на многочисленные пристройки и переделки, собор сохранился сравнительно полно. Это четырехстолпный пятиглавый храм с тремя апсидами, поставленный на подклете. План собора отличается нерегулярностью. Своды коробовые, подпружные арки повышены. Фасады разбиты лопатками на три прясла. Четверик завершается закомарами, архивольты которых, в отличие от большинства построек Белозерья, не имеют килей. Своеобразие памятника проявилось в расположении кокошников и их щипцовом очертании. В северной стене над сводом придела устроен дверной проем, к которому ведет внутривенная лестница из нижней части храма.

В 1821 году за алтарем Воскресенского собора был возведен большой теплый Троицкий собор.

На восточной стороне монастыря в 1832 году была построена и освящена каменная больничная Покровская церковь. С севера и юга к теплой двухэтажной церкви примыкают больничные кельи.

Восточная сторона от круглой угловой башенки начинается большими воротами с частью стены, рядом с ними находится полуразрушенный небольшой одноэтажный дом, построенный в XIX веке.

Исследования, проведенные реставраторами, выявили особенность кладочных растворов XVI века. Наполнением в них служил не песок, как обычно, а молотая известковая крошка. В других памятниках Белозерья того же времени такой прием не встречался.

На территории монастыря сохранилось несколько каменных и деревянных строений. Каменная ограда с круглыми башенками, возведенная в первой половине XIX века, которая была частично утрачена, затем восстановлена. Небольшие Святые врата (Водяные), располагающиеся на западной стороне, выходящей к реке Шексне. К северу от врат стоит одноэтажный каменный корпус, который являлся бывшей монастырской гостиницей, в настоящее время служит трапезной. По северной стороне от угловой башни расположены

три двухэтажных каменных корпуса: «Клементьевский», утроен дворянками Клементьевыми в 1810-х годах, второй построила игуменья Маврикия (Ходнева) и «Казенный» с кельями для сестер, который в настоящее время находится в аварийном состоянии.

С восточной стороны монастыря находится полуразрушенный одноэтажный дом, построенный монахиней Александрой (Протасовой) в XIX веке. Восточная часть монастырской ограды сохранилась частично.

Ближе к реке, с южной стороны монастыря находится корпус для скитниц и прачек, за ним – хлебная палата с жилыми помещениями. От юго-западного угла вдоль реки установлена высокая каменная ограда с проездными западными воротами.

Недалеко от трапезной, с южной стороны Воскресенского собора, построена небольшая каменная часовня.

Из 11 деревянных килейных корпусов, располагавшихся внутри монастыря, сохранились лишь три. Из многочисленных построек за стенами монастыря сохранилась только одна постройка – каменное здание бывшей мельницы, в настоящее время используется как гостиница монастыря.

1. Отписная книга Воскресенского Горицкого девичьего монастыря отписчиков Кириллова монастыря черного попа Матвея и старца Герасима Новгородца игуменье Марфе Товарищевых / Публикация Ю. С. Васильева // Кириллов: Историко – Краеведческий альманах. Вып. 1. Вологда, 1994. – С. 261–287.

2. Сведения о Горицком женском монастыре / Г.О. Публикация Ивановой // Кириллов: Историко-краеведческий альманах. Вып. 1. Вологда, 1994. – С. 305.

## РАЗРАБОТКА КАРТЫ ДЕФЕКТОВ ЗДАНИЯ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ФОТОГРАММЕТРИИ

*И.Е. Быков*

*Н.М. Дементьев, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Визуальное обследование здания школы № 1 по адресу ул. Зосимовская, 1 выполняется с использованием камеры смартфона Xiaomi Mi 6. Производилась сплошная съемка фасада с трех линий.

После съемки была построена модель фасада здания. При обработке используются данные самих фотографий, полученных в высоком разрешении, координаты точек съемки, полученные при помощи GPS-модуля, измеренные физические размеры деталей.

Далее результаты в виде ортофотопланов фрагментов фасадов сооружения позволяют решать следующие задачи:

- при помощи маркеров и масштабных линеек можно производить обмеры элементов здания с достаточной точностью;
- точная демонстрация дефектов на фасадах сооружений;
- при добавлении масштабной линейки, координат GPS или EXIF-файла с координатами точек можно измерять длину трещин, площадь поврежденных участков и т.д.;

При исследовании ортофотоплана здания на дефекты составлена таблица с перечнем описания характера повреждений, изображением дефекта и возможной рекомендации по его устранению.

Разберем определения терминов «дефект» и «повреждение». Дефектом называется любое отклонение параметров отдельной конструкции от установленных проектом или нормативными документами. Повреждением является дефект, полученный при изготовлении, транспортировке, монтаже или во время эксплуатации.

Согласно ГОСТ 15467 все возможные дефекты делятся на критические, значительные, малозначительные. Данная оценка основана на влиянии каждого из группы дефектов на эффективность, безопасность и условий эксплуатации конструкции.

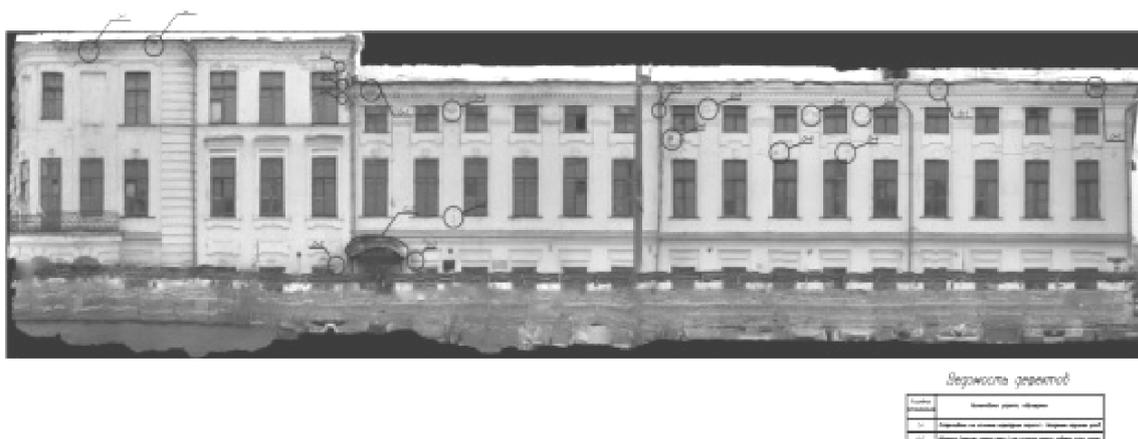
На основе созданной модели и ортофотоплана школы № 1, в качестве примера, создадим таблицу с дефектом и повреждением фасада здания. Классификацию и причины повреждений, а также последствия, меры по предупреждению и устранению дефектов составим согласно [1].

Таблица

**Участок 1 дефекта и повреждения фасада здания школы № 1**

Значимость дефекта и условный номер	С-2 Значительный
Описание	Избыточная влажность наружной стены в зоне защитного козырька, появление грибка, плесени на стенах
Фотография	
Причины появления и возможные последствия	Некачественное примыкание козырька к стене; недостаточный или обратный уклон, недостаточный вынос карнизных свесов
Рекомендации по устранению	По необходимости ремонт кладки с осушением избыточно увлажненных участков; обработка химическими составами от грибка и плесени

По итогу на основе нескольких таблиц с различными повреждениями составляется карта дефектов, рисунок, в виде ортофотоплана и нанесённых условных обозначениях дефектов и повреждений здания, на основе ранее заполненных таблиц .



*Рис. Карта дефектов школы № 1*

Сплошное изображение фасада сооружения в виде ортофотоплана облегчает и делает работу быстрее с картой дефектов. Проработанная дефектная карта может быть передана в разработку для проекта усиления или ремонта здания. Чертеж с фотореалистичным изображением сооружения будет необходим на любом этапе строительного процесса, в особенности при фасадных работах.

1. Ремнев, В. В., Морозов, А. С., Тонких, Г. П. Обследование технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений: учебное пособие для вузов ж.-д. транспорта. – Москва : Маршрут, 2005. – 196 с.

2. Бедов, А. И., Сапрыкин, В. Ф. Обследование и реконструкция железобетонных и каменных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений: учебное пособие. – Москва : Изд-во АСВ, 1995. – 192 с.

## ПРОБЛЕМЫ РЕКОНСТРУКЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ С ОСТАНОВКОЙ И БЕЗ ОСТАНОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

*Л.А. Глущенко*

*Л.В. Волкова, научный руководитель, канд. экон. наук, доцент  
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет  
г. Санкт-Петербург*

В Послании Президента Российской Федерации Федеральному Собранию от 1 марта 2018 года говорилось о технологическом отставании нашей страны, о необходимости изменения структуры национальной экономики, об увеличении производительности труда на новой технологической базе; была поставлена задача «выйти на уровень, когда в среднем каждое второе предприятие в течение года осуществляет технологические изменения» [1].

Согласно данным Федеральной службы государственной статистики, степень износа основных фондов остается близкой к 50 % (рис.).



Рис. Износ основных фондов в промышленности РФ на конец отчетного года, в процентах

Основные фонды в нашей стране, устаревшие не только морально, но и физически, отражают отжившие технологии. Особенно устарели мощности в большинстве машиностроительных отраслей.

Переход на современные технологии, приобретение новых машин и оборудования неизбежно требует создания новых основных фондов. Реконструкция и обновление производственных предприятий стали объективной необходимостью, а инвестиции в данные направления должны обеспечить прорывное развитие нашей страны в ближайшие несколько лет.

*Актуальность темы исследования* обусловлена тем, что вопросы методологии и методики проектирования и организации технической реконструкции предприятий приобретают исключительно важное значение. И проблема заключается не в том, реконструировать действующие предприятия или нет, а в том, как их реконструировать.

*Целью исследования* является совершенствование организационно-технологических решений при реконструкции машиностроительных предприятий.

*Задачи исследования:*

1. Определение целей технического перевооружения и реконструкции промышленных предприятий.
2. Обоснование выбора вида реконструкции по объему (полная или малая реконструкция), по характеру выполняемых работ.
3. Обоснование метода реконструкции (с остановкой производства или без остановки).
4. Выявление проблем, связанных с реконструкцией предприятия.
5. Предложения по совершенствованию организационно-технологических решений реконструкции машиностроительных предприятий.

*Результаты исследования:* в процессе научно-исследовательской работы автор пришел к выводу, что конкретный метод организации устранения морального и физического старения производственных зданий, вызванного объективными и субъективными причинами (научно-техническим развитием, естественным износом конструкций; несвоевременным проведением ремонтов, низким качеством технической эксплуатации и т.п.), выбирают в каждом отдельном случае на основе анализа требуемых целей реконструкции, просчитывая ее эффективность по полной сумме всех технических, экономических, экологических и социальных результатов этого мероприятия, а не только по степени достижения поставленной цели.

Любой метод организации реконструкции предприятий машиностроения (с остановкой или без остановки производства) требует решения проблем, связанных с обеспечением безопасности в стесненных условиях производства работ, а в случае реконструкции без остановки производства необходимо решать проблемы, связанные с согласованием графика производства работ в условиях действующего предприятия.

*Выводы:*

1. Реконструкция действующих предприятий машиностроительных отраслей является основой технологического обновления промышленности Российской Федерации.

2. Особое значение отводится предпроектной подготовке реконструкции, в ходе которой определяются цели реконструкции, выполняется экономическое обоснование ее вариантов, на основе результатов технического обследования промышленных зданий выявляются проблемы, связанные с производством работ в условиях стесненности и действующих производственных процессов.

3. Совершенствование организационно-технологических решений при реконструкции машиностроительных предприятий позволит обеспечить безопасность проведения работ и прохождение грузов в стесненных условиях, выработать рациональный график производства работ, выполняемых одновременно с производственными процессами предприятия, обеспечить эффективность ввода объектов в эксплуатацию.

1. Основное содержание послания Президента РФ Владимира Путина Федеральному Собранию. <https://rg.ru/poslanie.pdf> (дата обращения: 08.02.2020).

## **ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ КОМФОРТА ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ОБЩЕЖИТИЙ ДЛЯ РАБОЧИХ**

*А.Р. Заостровцева*

*И.С. Казакова, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Общежитие – жилое помещение, предназначенное для временного проживания граждан в период их работы, службы или обучения (ст. 94 ЖК РФ). На сегодняшний день в Вологде существует 45 общежитий для рабочих. В проекте предлагается реконструкция типового секционного общежития серии 1-447С-53. Главной целью реконструкции является формирование комфортной среды для проживающих в общежитии.

Данная тема актуальна по ряду причин, главными из которых можно выделить:

- востребованность общежитий;
- улучшение качества жизни граждан;
- проблема общего состояния общежитий для рабочих;
- несоблюдение санитарных норм;
- нехватка средств на строительство новых общежитий;
- экономическое превосходство реконструкции по сравнению с новым строительством.

Целями проекта являются повышение комфортности проживания рабочих в общежитиях и реализация благоустройства территории. Среди задач можно отметить реализацию надстройки двух этажей, изменение планировочного решения, увеличение площади вспомогательных и общественных помещений, устройство специальных помещений для проживания маломобильных групп населения и устройство лифта и мусоросборной камеры [1, 2].

В проекте рассматриваются вариант объёмно-планировочного решения типового этажа существующего здания и надстройки, предназначенных для размещения и проживания рабочих, а также объёмно-планировочное решение первого этажа, предназначенного для размещения маломобильных групп населения. Проект подразумевает устройство вспомогательных помещений и дополнительных помещений общественного назначения [3].

На рисунке представлены планировочные решения секций типового и первого этажей с указанием номеров секций (1–5). Общая площадь секции № 1 составляет  $85,3 \text{ м}^2$ , секции № 2 –  $196 \text{ м}^2$ , секции № 3 –  $136,9 \text{ м}^2$ , секции № 4 –  $83 \text{ м}^2$  и секции № 5 –  $110 \text{ м}^2$ .

Проектом предусматривается благоустройство территории. Среди целей благоустройства можно отметить: улучшение проездов и тротуаров, устройство организованной автостоянки, сохранение существующего озеленения и посадка деревьев, кустарников, газона, цветников.

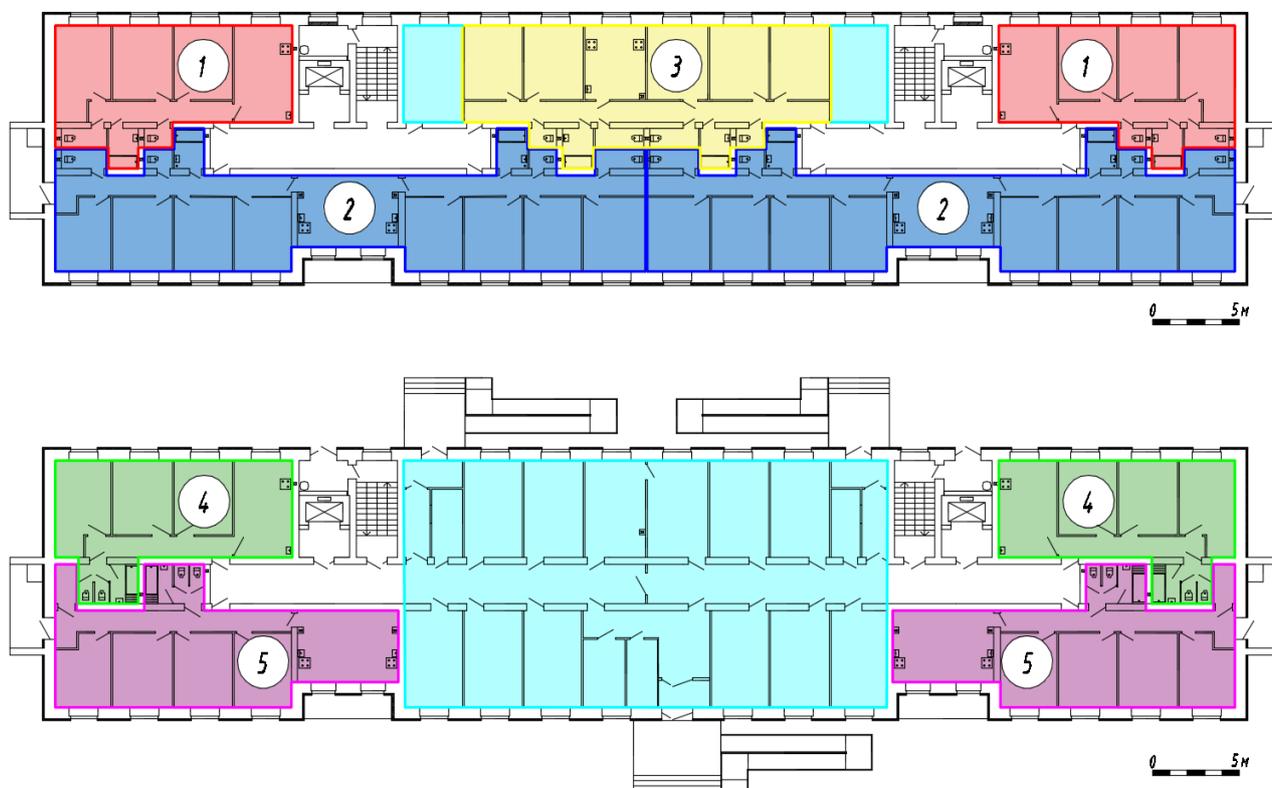


Рис. Планировочное решение секций типового этажа (1–3) и первого этажа (4, 5)

При реконструкции общежития надстраиваются 2 этажа над существующим зданием, что на 40 % повышает полезную площадь общежития, на 70 %

увеличивает количество жилых секций и на 30 % увеличивает общее количество комнат.

Стоимость постройки нового общежития на 350 мест на 01.01.2020 составляет 818 542 тыс. руб. Стоимость реконструкции общежития с надстройкой двух этажей составляет 312 847 тыс. руб. Превосходство реконструкции в экономическом плане над постройкой нового здания составляет 61,78 %.

В результате исследования выявляется:

- улучшение технико-экономических показателей;
- повышение комфортности жилья;
- повышение уровня благоустройства.

В дальнейшем возможно использование данного проекта как типового для общежитий секционного типа для рабочих, а также при реконструкции общежитий старой застройки.

1. Реконструкция зданий и сооружений. Казакова И.С. – Учебное пособие. – Вологда: ВоГТУ, 2011. – 102 с.

2. Реконструкция зданий и сооружений. Казакова И.С. – Учебное пособие. Часть 2. – Вологда: ВоГТУ, 2013. – 82 с.

3. ГОСТ Р 55322-2012. Услуги населению. Общие требования к малым средствам размещения для постоянного проживания. – Введ. 01.01.2014. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 12 с.

## ОЦЕНКА ВЕТРОВОГО КОМФОРТА ОБЩЕСТВЕННЫХ МЕСТ

*М.А. Козлова*

*Н.М. Дементьев, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Исходя из природно-климатических условий России, к числу архитектурно-климатических задач относится задача регулирования ветрового режима, решаемая на градостроительном уровне. В ветровых районах необходимо защищать городскую территорию от избыточных ветровых нагрузок, здания от связанных с ветром теплопотерь, а в прилегающих территориях необходимо не допустить создания ветрового дискомфорта в пешеходных зонах. В штилевых же районах требуется максимально сохранить аэрационный потенциал застройки, обеспечить естественную вентиляцию внутренней и внешней среды, особенно в теплое время года.

Актуальность данной работы заключается в том, что в городском пространстве Вологды наблюдается необходимость создания условий для обеспечения аэродинамического комфорта в пешеходных зонах.

Цель работы – определить общественное место города с неблагоприятными ветровыми воздействиями для дальнейшего исследования его в программном комплексе.

Задачи работы:

- выделить несколько общественных пространств города, в которых имеется ветровой дискомфорт в пешеходных зонах;
- провести социологический опрос об удовлетворенности городских жителей представленных к рассмотрению мест;
- по каждому пространству выделить области с предполагаемыми порывами ветра и предложить жителям города дать оценку этих порывов;
- исследовать существующие методы моделирования ветровой нагрузки;
- применить метод моделирования ветровых потоков в программном комплексе «ANSYS» для выбранного общественного пространства;
- разработать рекомендации по улучшению пешеходной комфортности в существующей застройке;

Эмпирическая база исследования – социологический опрос, проведенный путем анкетирования по интернету в период с 16.03.2020 г. по 01.04.2020 г. В опросе участвовали 82 респондента.

Объектом исследования является город Вологда, в общественных местах которого наблюдается повышенный ветровой дискомфорт.

К рассмотрению ветрового комфорта было выделено 4 общественных пространства города: площадь Федулова, Каменный мост, площадь Революции и Кремлевская площадь.

Результаты исследования:

1. Для прогулок горожане предпочитают (приведены проценты от числа опрошенных):

- Кремлевская площадь – 38 %;
- Площадь Революции – 26 %;
- Площадь Федулова и Каменный мост – 18 %.

2. На площади Федулова были выделены места ветрового дискомфорта (с учетом оценки порывов ветра по шкале от 1 до 10, где 1 – совсем не комфортно, 10 – очень комфортно):

- вдоль тротуара по ул. Ленинградская среднее значение пешеходной комфортности составило 3,9 балла;
- на участке между фонтаном и зданием Дома культуры Подшипниково-го завода комфортность оценивается в 4,5 балла;
- в арке здания ул. Новгородская 2А – 3,5 балла;
- в проходе между зданиями ул. Новгородская 2 и 2А – 3,5 балла;
- в узких проходах между зданиями ул. Костромская 1, 3/1, 3/2, 3/3 и 3 комфортность оценивается на 4,4 балла.

3. Уровень ветрового комфорта на Каменном мосту во всех рассмотренных областях составил в интервале от 4 до 5 баллов.

4. Как наиболее ветреную область площади Революции горожане отметили центр площади, ветровой комфорт которой был оценен в 4,9 балла. Также были отмечены тротуары вдоль улиц Марии Ульяновой (4,1 балла) и проспекта Советский (4,5 балла).

5. Наиболее ветренными областями Кремлевской площади оказались:

– пространство между Софийским собором и памятником К.Н. Батюшкову, пешеходная комфортность оценивается в 4,4 балла;

– участок между южной стеной Вологодского кремля и картинной галереей – 4,2 балла;

– вход на Кремлевскую площадь с ул. Сергея Орлова – 4 балла.

Таким образом, взаимодействие климатологии города и градостроительства должно идти во встречных направлениях. «С одной стороны, развитие городской среды приводит к изменению климатических условий, с другой стороны – климатические условия должны включаться в процесс принятия градостроительных и архитектурно-строительных решений» [1].

На данном этапе работы были выявлены «проблемные» участки общественных пространств города согласно проведенному исследованию. Требуется оценка аэродинамической комфортности путём моделирования ветровых потоков, последующее проведение мероприятий по проектированию ветрозащитных конструкций и грамотное размещение зеленых насаждений.

1. Вальгер, С. А. «Моделирование ветровых воздействий на конструкции в ПК ANSYS»: Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), г. Новосибирск – 2013 – 123 с.

## **АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ПЛОСКИХ И СКАТНЫХ КРЫШ**

***К.М. Кузин***

***О.В. Пахнева, научный руководитель, ст. преподаватель***

***Вологодский государственный университет***

***г. Вологда***

Начиная с простой землянки, древний человек использовал «зелёную крышу», постепенно усложняя конструкции, получал что-то необыкновенное и прекрасное, как, например, висячие сады Семирамиды. В современном мире озеленение крыши стало не просто украшением, но и способом компенсации того, что было отобрано у природы.

Актуальность озеленения крыш подкрепляется множеством достоинств данной конструкции с экологической, экономической и эстетической точек зрения. Именно поэтому в проекте общественного здания, разрабатываемого в рамках ВКР, было принято решение использовать озеленение конструкции крыши.

*Цель работы:* выявить в конструкции плоских и скатных крыш с зелеными кровлями участки, требующие наибольшего внимания, и рассмотреть их конструктивные решения.

*По эксплуатационной нагрузке* выделяют два типа зелёных кровель: А) *Экстенсивные* – формируют сплошной ковер на кровле; предполагают только узкие дорожки для осмотра конструкции. Используют низкорослые растения, требующие минимального ухода, чаще всего они неэксплуатируемые, толщина грунтового слоя не превышает 20 см, монтаж будет стоить от 2600 руб/м<sup>2</sup>. Б) *Интенсивные* – предусматривают разбивку сада. На них применяют многолетники, кустарники и деревья, толщина грунтового слоя от 30 см, монтаж обойдётся от 3900 руб/ м<sup>2</sup>.

Согласно п. 5.5.1, п. 5.5.4 [1] и п. 1–13 [1] конструкцию зеленой кровли предусматривают на стадии проектирования и проверяют несущую способность всех элементов. При экстенсивном озеленении нагрузка в среднем 130 кг/м<sup>2</sup>, а при интенсивном возрастает до 500–900 кг/м<sup>2</sup>.

Так же в соответствии п. 5.5.2, п. 5.5.5 [1] и п. 1–11 [2] особое внимание необходимо обратить на отвод воды с кровли. Важным элементом является дренажный слой, он же поставляет питательные вещества для растений.

*Устройство дренажа на плоской крыше.*

1) На интенсивных крышах предусматриваются следующие шаги:

– *Удерживание влаги.* Избыточная влага проходит через фильтрующий материал в дренажный слой, толщина которого составляет около 6 см, а избыток воды отводится в ливневую канализацию.

– *Устройство ирригационных дамб.* В месте стока воды, одна на 300 м<sup>2</sup>, устраивается «кровельная плотина» с поплавком, контролирующим уровень воды, и здесь важно рассчитать высоту плотины.

– *Применение системы питания от солнечной батареи.* Имеет сложную систему устройства, когда вода попадает в резервуар, и насосом, работающим на солнечной энергии, подаётся в дренажный слой. Достоинство такой системы то, что вода может расходоваться на хозяйственные нужды.

2) На экстенсивных кровлях используют самые простые дренажные системы, переходящие в ливневые канализации (полимерные маты, дренажно-накопительные элементы, высоконакопительные плиты). Рассмотрены особенности каждого способа.

*Устройство дренажа на скатной крыше.* Применяют дренажно-накопительные элементы или высоконакопительные плиты. Передача влаги водоотводу происходит через слой гравия. Варианты водоотвода могут быть: в под-

вешенный желоб, в водосточную трубу, в водоприёмную воронку. Сравнивая системы дренажей, можно уверенно сказать, что дренажно-накопительные элементы являются оптимальным вариантом, проигрывая остальным лишь в пропускной способности.

*Защита от сползания.* Угол наклона скатных крыш может превышать рекомендуемые значения (табл. 4.1 [1]), тогда грунт будет стремиться к сползанию. Нужно уменьшить массу «кровельного пирога» и использовать экстенсивное озеленение. Способы предотвращения сползания приведены далее.

*Применение армирующих георешёток.* Отдельные «соты» имеют высоту 10 см, легко соединяются между собой в сплошную структуру, в них засыпается субстрат и высаживаются растения. Такой способ является одним из самых распространённых решений, производители дают гарантию от 10 до 15 лет.

*Применение ячеистого способа.* Субстрат засыпается в специальные ящики, которые устанавливаются в заранее закреплённые ячейки (поддоны), данный способ упрощает выполнение работ.

*Использование ограждений.* Применяют упоры на свесах крыш – дерновые доски. Ещё скат делят разгрузочным брусом, который концентрирует нагрузку вышележащего грунта, тем самым не передаёт сдвигающие усилия на нижележащий грунт.

Проведённый анализ конструктивных решений на основе разделения по типам кровли и способу озеленения показал достоинства и недостатки конструкций, а также помог выявить оптимальные варианты. Как итог для применения в проекте был выбран интенсивный способ озеленения, так как при высокой эксплуатируемости этажа есть вероятность, что конструкция экстенсивного типа не сможет выполнять свои функции в полную меру.

1. СП 17.13330.2017. Свод правил. Кровли: актуализированная ред. СНиП II-26-76 (с Изменением N 1): утв. Минстроем РФ 31.05.2017 № 827/пр. – Введ. 01.01.2017. – Москва: Стандартинформ, 2017.

2. Указание Москомархитектуры. Рекомендации по проектированию озеленения и благоустройства крыш жилых и общественных зданий и других искусственных оснований: ОАО «Моспроект» – Введ. 18.10.2000. – Москва: ГУП «НИАЦ». 2000.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НАРУЖНЫХ СТЕН МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

*И.А. Курнос*

*О.В. Пахнева, научный руководитель*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В современном обществе выбор ограждающей конструкции стен является первостепенной задачей при строительстве зданий и сооружений.

Выбранные структуры должны удовлетворять техническим и экономическим требованиям. Одновременно с этим необходимо обеспечить благоприятный температурно-влажностный режим ограждаемых помещений, декоративную выразительность конструкции, при этом защищая помещения стен от неблагоприятных условий среды.

Целью выполненного исследования являлся сравнительный анализ теплотехнических, технологических и экономических параметров современных решений конструкций наружных стен с дальнейшим выявлением наиболее оптимальных решений ограждающих конструкций для малоэтажных зданий при заданных условиях. Полученные характеристики приведены в таблице.

Таблица

**Сравнительная таблица технико-экономических показателей**

Расчётные показатели конструкции	Варианты конструкции стен			
	тёплая керамика «Porotherm 51»	кирпичная стена с устройством вентилируемого фасада	газобетонные блоки с технологией мокрого фасада	трехслойные ж/б панели
1	2	3	4	5
<b>Теплотехнические показатели</b>				
Толщина стены, м	0,51	0,54	0,42	0,305
Сопrotивление теплопередаче, $R_{оф}$ , ( $R_{отр} = 3,39 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ )	3,56	3,6 ( $t_{вт}=0,14 \text{ м}$ )	3,86 ( $t_{вт}=0,08 \text{ м}$ )	3,49 ( $t_{вт}=0,12 \text{ м}$ )
Теплопотери через ограждающие конструкции, Вт	6537,97	6465,33	6029,84	6707,55
<b>Технологические показатели</b>				
Рассматриваемый объём работ ограждающей конструкции, $\text{м}^3$	228,28	241,7	188,99	136,52
Кол-во работ для возведения ограждающей конструкции, ед.	8	2	8	3
Общий состав бригады, чел.	13	6	15	5
Часовая выработка, $\text{м}^3/\text{ч}$ ; $\text{м}^3/\text{см}$	0,21/1,68	0,27/2,18	0,13/1,049	2,78/19,5
Общие трудозатраты, чел-ч	1939,38	3132,214	2626,47	196
Расчётная продолжительность работ, ч/см	1088,24/136	890,16/111	1440,32/180	49/7
Средняя часовая выработка $\text{м}^3/(\text{чел}/\text{ч})$ ; $\text{м}^3/(\text{чел}/\text{см})$	0,12/0,96	0,077/0,62	0,072/0,58	0,69/5,57

Окончание табл.

Расчётные показатели конструкции	Варианты конструкции стен			
	тёплая керамика «Porotherm 51»	кирпичная стена с устройством вентилируемого фасада	газобетонные блоки с технологией мокрого фасада	трехслойные ж/б панели
1	2	3	4	5
<b>Экономические показатели</b>				
Прямые затраты, ₽	1 497 191,06	819 939,3	2 006 073,53	445 721,12
-Материалы, ₽	1 070 729,88	1 665 456,93	1 720 059,10	949 875,08
- Эксплуатация машин и механизмов, ₽	68 922,84	182 596,05	227 820,74	397 774,21
-ФОТ, ₽	315 164,19	278 134,5	223 029,10	37 968,44
-Накладные расходы, ₽	384 500,27	299 871,66	219 388,84	58 849,88
Сметная прибыль, ₽	204 856,73	180 787,43	145 184,43	24 678,98
НДС, ₽	417 309,61	513 526,13	528 496,34	292 397,2
Итого с НДС, ₽	2 503 857,67	3 081 156,80	3 170 978,06	1 754 383,17

Газобетонные блоки с технологией мокрого фасада показали себя лучше по показателям теплотехники, но при этом эта технология является наиболее дорогостоящей в изготовлении из рассматриваемых вариантов ограждающих конструкций.

Наиболее трудозатратной является ограждающая конструкция из кирпича с устройством вентилируемого фасада с облицовкой композитными панелями.

Ж/Б стеновые панели с утеплителем выигрывают по стоимости и продолжительности строительства, но затраты времени машин и механизмов больше, чем в других рассматриваемых вариантах, но и здесь есть выигрыш в заработной плате рабочих.

В качестве наиболее оптимальной конструкцией стен при возведении исследуемого здания могут рассматриваться стены из трехслойных железобетонных панелей с утеплителем и тёплой керамикой Porotherm 51.

1. ЕНиР. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы.; введ. 1986-12-05//Техэксперт [Электронный ресурс] : проф.справ.система /АО «Кодекс». URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200000472>

2. Методика определения стоимости строительной продукции на территории РФ: МДС 81-35.2004.; введ. 2004-03-09 // Техэксперт [Электронный ресурс] : проф. справ.система / АО «Кодекс». URL:<http://docs.cntd.ru/document/1200035529>

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАМНО-КАРКАСНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ СХЕМ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

*С.Э. Буланов*

*И.С. Казакова, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Объёмы высотного строительства в Российской Федерации растут с каждым годом. Для обеспечения высоких темпов проектирования высотных зданий необходима проработанная нормативная база. Так как актуальные нормативные документы до сих пор дорабатываются, часть вопросов высотного строительства остаётся нерешенной. Одним из них является вопрос о создании отечественных рекомендаций для облегчения подбора оптимальной конструктивной схемы высотного здания в зависимости от требований планировки.

В работах [1, 2] рассматриваются высотные здания оболочково-ствольной конструктивной схемы с несущими конструкциями из разных материалов и с разными формами плана, однако исследований по выбору оптимального шага колонн не проводилось.

В данной работе приводится наглядное сравнение по металлоёмкости конструктивных схем с разным шагом колонн, применённых для моделирования одного и того же здания.

Целью данной работы является: определение наименьшего по металлоёмкости из двух возможных вариантов стальной рамно-каркасной схемы для здания высотой 102 метра с размерами в плане  $36 \times 36$  метра, расположенного в Нижнем Новгороде.

Для этого решались следующие задачи:

1. Корректное формирование расчетных схем в САПР «SCAD» v21.1.
2. Сбор нагрузок и формирование сочетаний согласно требованиям СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия».
3. Определение расчетных усилий в колоннах, ригелях, связях.
4. Подбор и оптимизация сечений элементов жестких рам по ГОСТ Р 57837-2017 «Двутавры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок».
5. Калькуляция требуемого для возведения каркаса тоннажа стали.

Для моделирования и сравнения была выбрана рамно-каркасная схема с жесткими узлами по классификации Х. Энгеля [3] в двух вариантах: с шагом колонн 6 метров и 12 метров.

Для применения конструктивной схемы было выбрано жилое здание с размерами в плане  $36 \times 36$  метра, высотой 34 этажа при высоте этажа 3 метра. В центре здания был предусмотрен лестнично-лифтовой узел с размерами в

плане 12×12 метров с ограждающими конструкциями из бетона класса В25 толщиной 200 миллиметров, с конструктивной арматурой А400 Ø8.

Перекрытия в здании выполнены из сталебетона класса В30 армированного арматурой А400 Ø12 на типовом, Ø18 на техническом этажах. Толщина перекрытий 150 миллиметров на типовом и 250 миллиметров на техническом этаже.

На схемы были заданы следующие нагрузки: постоянные нагрузки от веса конструкций, длительные и кратковременные доли нагрузок на перекрытия жилых зданий, полезная нагрузка на технических этажах, снеговая нагрузка на покрытие по 4 снеговому району и статическая ветровая нагрузка по 1 ветровому району. Также учитывались динамические воздействия: пульсационная ветровая нагрузка по 1 ветровому району и сейсмическое воздействие в виде проектного землетрясения в 7 баллов. Подбор неблагоприятных сочетаний загружений осуществлялся автоматически в постпроцессоре РСУ.

Расчеты усилий и перемещений в САПР «SCAD» v21.1 выполнялись многофронтальным методом Слоана. Результаты сверялись с допусками по перемещениям, ускорениям и прогибам согласно СП 20.13330.2016.

В постпроцессоре «Сталь» были подобраны сечения сталеπροката по группам унификации. Профили колонн и ригелей выбирались по ГОСТ Р 57837-2017. По результатам подобранных сечений была составлена калькуляция металлопроката. Результаты по максимальным усилиям, перемещениям, ускорениям и тоннажу стали представлены в таблице.

Таблица

**Результаты расчёта в САПР «SCAD» v21.1**

Шаг колонн	Максимальное горизонтальное перемещение, мм	Максимальный прогиб плит, мм	Момент, Т*м	Продольная сила, Т	Ускорение, м/с <sup>2</sup>	Общая масса стали, тонн
6 метров	172,7	21,95	78,2	752,13	0,042	1227,83
12 метров	187,9	22,34	112,53	1491,16	0,047	1406,26
Нормативное значение параметра	204	29	-	-	0,08	-

В результате проведенных исследований сделаны следующие выводы:

- наименее металлоёмкой является рамно-каркасная схема с шагом колонн 6 метров;
- она экономичнее на 12,7 % по расходу стали аналогичной схемы с шагом колонн 12 метров при заданной высоте, компоновке и геометрии здания.

1. Казакова, И. С. Выбор конструктивного решения высотного здания с учетом динамических воздействий и обеспечения устойчивости против прогрессирующего обрушения / Казакова И. С., Кузнецова Н. А. // Журнал «Технологии бетонов», 2019 г., № 5–6. – С. 50–54.

2. Казакова, И. С. Устойчивость высотных зданий против прогрессирующего обрушения / Казакова И. С., Кузнецова Н. А. // Журнал «Строительные материалы, оборудование, технологии», 2019 г., № 11–12. – С. 34–37.

3. Энгель, Х. Несущие системы / Х. Энгель // – Москва : Астрель, 2007 – 344 с.

## РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ АРБОЛИТА НА ЕГО ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ СВОЙСТВА

*Е.П. Горбатенко*

*А.А. Сеницын, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Арболит, как строительный материал, представляет собой наибольшую ценность, сочетая в себе наиболее высокие физико-механические показатели. Образование структуры арболита сопровождается наряду с конструктивными (твердение цементного камня и повышение его сцепления с заполнителем) также и деструкционными процессами, вызываемыми в основном влажностными деформациями и давлением набухания древесного заполнителя.

Поэтому исследования, направленные на совершенствование методики теплотехнического расчёта ограждающих конструкций с учетом фактической влажности материалов и фактических значений их теплопроводности, являются актуальными и имеют практическую значимость.

В ограждающих конструкциях зданий вследствие изменения влажности материалов в течение года заметно изменяются теплофизические характеристики строительных материалов. Изменение величины коэффициента теплопроводности в большей степени зависит от влажности материала. В известных работах, к примеру [1, 2], определялось влияние структуры материалов, их пористости, размеров пор, температуры, влажности и других факторов. Ранее установлено, что с ростом влажности материалов растет коэффициент их теплопроводности, однако степень изменения теплопроводности материалов различна на различных диапазонах влажности.

В настоящей работе исследовано влияние влажности на теплоизоляционные свойства арболита. Его теплопроводность ниже, чем у других строительных материалов (0,07–0,18 Вт/м °С). Изделия из арболита, имея сравнительно невысокую среднюю плотность – 400–850 кг/м<sup>3</sup>, обладают отличными строительными, физико-техническими и гигиеническими свойствами [3].

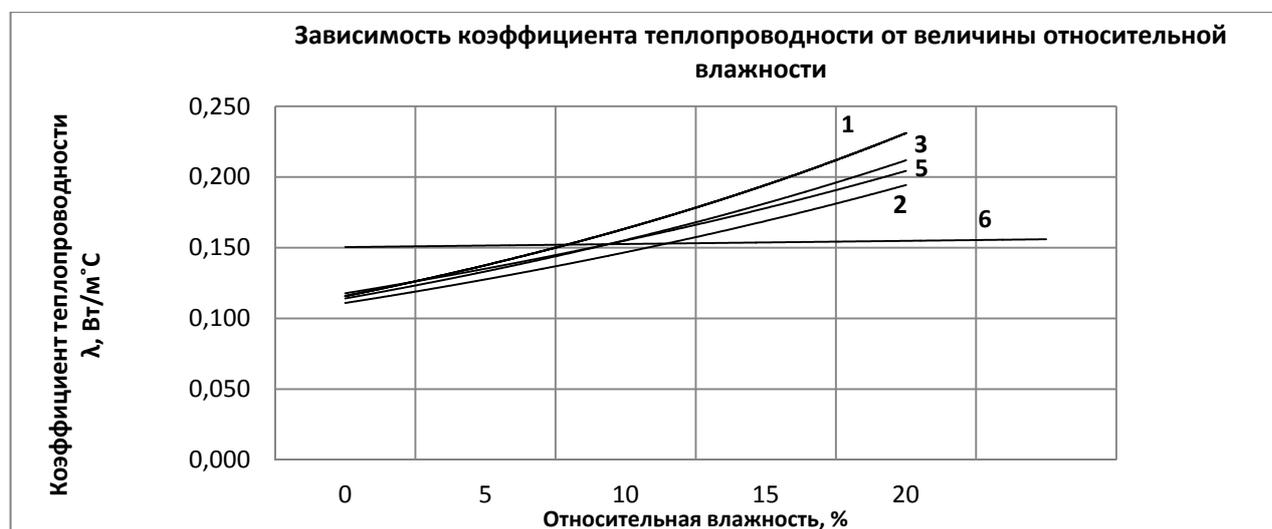
При изготовлении опытных образцов арболита были использованы химические добавки – нитрат и хлорид кальция, жидкое стекло, сернистый алюми-

ний и сульфат алюминия. Указанные добавки, разведенные в воде, соединены с щепой и цементом марки М400 или М500.

Отмечена важность соблюдения такой последовательности замешивания для сохранения прочности блока. При этом температура в помещении должна поддерживаться не менее  $+12\text{ }^{\circ}\text{C}$ . До начала испытания блоков должно пройти не менее 2–3 недель; за это время блок набирает до 50–60 % прочности.

Образцы (по 4 экз. каждого вида (варьировалось содержание щепы): всего 16 ед.) в сухом и увлажненном состоянии (5 и 10 %) помещались в прибор ИТС-1 для получения значения коэффициента теплопроводности. Общее количество измерений: 48 ед.

Результаты исследований представлены на рисунке. Образец под номером 2 дал наилучшие результаты (с увеличением влияния влаги коэффициент теплопроводности почти не изменился и значение теплопроводности находилось в диапазоне  $0,11\text{--}0,19\text{ Вт/м }^{\circ}\text{C}$ ).



*Рис. График зависимости коэффициента теплопроводности от относительной влажности опытного образца*

В данной работе проведены эксперименты, результаты которых дают нам понять, как влияет относительная влажность арболита на его теплоизоляционные свойства. Для этого были применены методы эмпирического и теоритического исследования. Данные результаты могут быть использованы в производственном и научно-техническом процессе строительной области.

Исследование данного материала является актуальной задачей, поскольку арболит является малоизученной сферой научной деятельности.

1. Павлов, М. В. Экспериментально-расчетное определение температуропроводности и теплопроводности сыпучего дисперсного материала на примере фрезерного торфа при нестационарном тепловом режиме / М. В. Павлов,

Д. Ф. Карпов, Ю. А. Калягин и др. // Механизация строительства. – Москва : Библио-Глобус, 2013. – С. 34–39.

2. Петринчик, В. А. Перспективы использования древесных отходов в коммунальной теплоэнергетике / В. А. Петринчик, А. А. Сеницын, А. С. Царев и др. // Актуальные проблемы развития лесного комплекса: материалы международной научно-технической конференции, 8–10 декабря 2009 г. – Вологда : ВоГТУ, 2010. – С. 144–146.

3. Крутов, П. И., Наназашвили, И. Х., Склизков, Н. И., Савин, В. И. Справочник по производству и применению арболита. – Москва : Стройиздат, 1987. – 208 с.

## **АНАЛИЗ ПРИЧИН АВАРИЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

*В.М. Климова*

*Ж.В. Кошелева, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

*Вологодский государственный университет*

*г. Вологда*

Анализ причин аварий и их учет при проектировании и строительстве в дальнейшем приведет к предотвращению подобных ситуаций в будущем; уменьшению человеческих жертв; повышению качества проектных, изыскательских и монтажных работ; сохранению строительного фонда и как следствие уменьшению экономических затрат.

Цель работы – проанализировать возможные причины аварий железобетонных конструкций зданий и сооружений.

Задачи работы:

- 1) изучить информационные источники, литературу и статьи по теме исследования;
- 2) найти примеры аварий железобетонных конструкций в России и за рубежом;
- 3) классифицировать отказы по различным признакам;
- 4) предложить рекомендации по предотвращению аварий.

В процессе исследования рассматривалась выборка из 80 различных обрушений [1, 2], которые были обобщены и систематизированы по причине аварии.

Рассмотрим основные причины отказов железобетонных конструкций зданий и сооружений. Предварительно хочется отметить, что некоторые аварийные ситуации классифицировать было сложно, поскольку авария может представлять собой «цепную реакцию», объединяющую в себе несколько причин.

Таблица

**Причины аварий железобетонных конструкций**

Причина аварии	Причины возникновения
1. Некачественное выполнение строительного-монтажных работ (СМР)	Нарушение правил зимнего бетонирования, некачественно выполненные ремонтные работы, отсутствие сварки между элементами, отсутствие связей между конструкциями, отсутствие бетонирования в швах, а также нарушение технологии демонтажа
2. Превышение нагрузок	Исчерпание несущей способности, изменения в конструкции здания, скопление снега и льда, непроеekтное увеличение толщин слоев, использование конструкций не по назначению, непроеekтные воздействия
3. Низкое качество строительных материалов	Применение непроеekтных марок бетона, низкое качество щебня или другого заполнителя, недостаточное армирование или некачественные заводские конструкции
4. Аварийное состояние	Ошибки при техническом обследовании, неправильная эксплуатация или сочетания различных дефектов (коррозия арматуры, низкое качество строительных материалов, превышение нагрузок, незапланированные динамические воздействия)
5. Ошибки проектирования	Недопустимые строительные технологии, некачественное выполнение изыскательских работ, самовольные утверждения в проекте
6. Коррозия	Из-за агрессивных сред, частых циклов замораживания-оттаивания, разрушения защитного слоя бетона, растрескивания бетона, нарушения совместной работы бетона и арматуры
7. Причины разрушений, независимые от действий специалистов-строителей	Природные явления (землетрясения, ураганы) и техногенные воздействия (пожары, взрывы газа)

Можно предложить следующие мероприятия по предотвращению аварий железобетонных конструкций и их элементов:

1. Контроль за выполнением СМР и авторский надзор.
2. При изменении назначения здания учитывать, как изменятся нагрузки на конструкции.
3. Элементы конструкций проектировать так, чтобы их смена не нарушала смежные конструкции.
4. Применять материалы, имеющие необходимую долговечность и отвечающие требованиям ремонтпригодности.
5. Выбирать конструктивные решения и материалы (такие как класс бетона по морозостойкости и водонепроницаемости; сталь арматуры и закладных деталей) с учетом климатических районов строительства и возможного изменения свойств материалов конструкций во времени.
6. Не допускать накопление влажности в конструкциях в процессе эксплуатации.

7. Обеспечивать защиту при консервации и меры по защите от коррозии.  
8. Контроль за начальными дефектами и качеством материалов на всех стадиях строительства.

9. Своевременное выполнение ремонтных работ и усиления конструкций.

Сбор информации об авариях, ее обобщение и систематизация и тщательный анализ причин повреждений зданий – научно-исследовательская работа, направленная на то, чтобы не допустить повторения подобных ситуаций в будущем.

В ходе исследования выявлены основные причины аварий железобетонных конструкций, в результате анализа аварийные случаи скомпонованы по причинам разрушения, даны рекомендации по предотвращению причин аварий ЖБК.

1. Сендеров, Б. В. Аварии жилых зданий: производственно-практическое издание / Б. В. Сендеров. – Москва : Стройиздат, 1991. – 216 с.

2. Аварии в строительстве [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://bcrash.ru/>.

## **АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНОГО РЕШЕНИЯ ШПРЕНГЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ**

***В.В. Кузнецов***

***Н.С. Новожилова***, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент  
Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет  
г. Санкт-Петербург

Легкие несущие металлические панели из стального профилированного настила (СНП) повсеместно используются при возведении производственных и сельскохозяйственных зданий. Использование шпренгелей при пролетах 12 м оправданно экономическими показателями и позволяет снизить затраты на строительные материалы. Применение рациональных параметров конструкций плиты позволит воспринять монтажную нагрузку от веса свежеуложенной бетонной смеси, а применение СНП с выштамповкой по внутренней поверхности гофра предполагает возможность дальнейшего включения конструкции плиты со шпренгелем в работу сталежелезобетонного перекрытия по профилированному настилу при эксплуатационных нагрузках [1].

Цель работы состоит в разработке более экономичного конструктивного решения одного погонного метра ширины шпренгельной плиты, с СНП для сталежелезобетонных перекрытий пролетом 12 м. Принятая монтажная на-

грузка, обусловленная преимущественно весом свежееуложенной бетонной смеси, составляет 3,43 кН/м.

Рассматриваемая панель состоит из профилированного настила и трех пирамидальных шпренгельных конструкций (центральной и крайних), с затяжкой, расположенной между ними, в которой создается усилие предварительного напряжения (рис.).

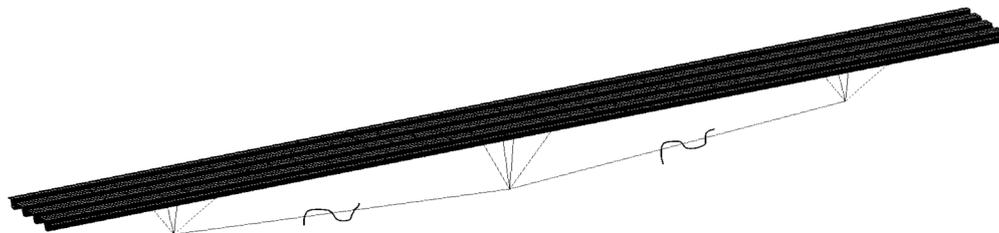


Рис. Конструкция плиты

Анализ напряженного состояния осуществлялся в многофункциональном программном комплексе ЛИРА-САПР на примере разработанной модели при изменении параметров высоты шпренгельной системы, расстояния между крайними точками крепления затяжки, диаметром затяжки и усилием предварительного напряжения.

Методически расчеты выполнялись по следующим пунктам:

1. В плите шириной 1 м определялись усилия при работе с учетом полезной нагрузки, собственного веса и усилия, созданного в результате предварительного напряжения.

2. Сечение СНП было принято во всех вариантах НА114Z-750-0,8 с собственным весом 0,123 кН/м<sup>2</sup>. Высоты центральной и крайних шпренгельных конструкций в первом случае составили 600 и 900 мм соответственно, во втором случае – 900 и 1200 мм. Кроме того, осуществлялось изменение положения крайних пирамидальных конструкций шпренгельных систем: расстояние до центра пролета в разных вариантах составляло соответственно 4,2 м, 4,8 м и 5,4.

3. При расчете определялись такие натяжение и диаметр шпренгельной затяжки, при которых узловые перемещения пролетной части плиты были положительными и имели значение не более 50 мм. Таким образом, диаметр стержня затяжки составлял 12 мм и 14 мм в зависимости от создаваемого натяжения.

4. Подбор сечения наклонных стержней центральной и крайних пирамидальной шпренгельной конструкции происходил по возникающим усилиям растяжения и сжатия и зависел от предельной гибкости элемента

5. При расчете модели были определены напряжения и моменты, возникающие в сечениях профилированного настила.

6. Был произведен анализ максимальных напряжений и максимальных изгибающих моментов в профилированном настиле.

Таблица

Таблица сравнения результатов

Вариант плиты	Параметры	Усилия преднапр. (кН)	Опорные реакции (кН/м)	Выгиб от преднапр. затяжки (мм)	Мах напр. проф-листе (кН/м <sup>2</sup> )	Мах изгиб. момент (кН*м)
А-1	H114 a=4,2 м h=600/900 мм d=14 мм	116,74	22,04	6,5	109400	5,60
А-2	H114 a=4,2 м h=900/1200 мм d=14 мм	85,35	22,08	6,6	106300	5,44
В-1	H114 a=4,8 м h=600/900 мм d=14 мм	121,64	21,85	6,3	25050	1,28
В-2	H114 a=4,8 м h=900/1200 мм d=12 мм	89,27	21,92	6,3	30840	1,58
С-1	H114 a=5,4 м h=600/900 мм d=12 мм	73,58	21,84	6,4	50760	2,60
С-2	H114 a=5,4 м h=900/1200 мм d=14 мм	94,18	21,94	6,7	47940	2,45

На основании первоначального анализа напряжений и изгибающих моментов для 1 п.м. СНП для сталежелезобетонных перекрытий пролетом 12 м с преднапряженной затяжкой при нагрузке 3,43 кН/м, наиболее рациональными является группа плит В: H114 a=4,8 м с двумя вариантами высоты шпренгельных конструкций, диаметрами затяжки 12 мм и 14 мм и величинами преднапряжения затяжки, отличающимися на 36 %.

1. СП 266.1325800.2016. Конструкции сталежелезобетонные. Правила проектирования. – Введ. 2017-07-01. – Москва : ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко – институт АО «НИЦ «Строительство», 2017. – 340 с.

## СЕРОБЕТОН: ВОЗМОЖНОСТИ И ПРИМЕНЕНИЕ

**О.Р. Кучин**

**С.А. Соловьев**, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Поиск новых материалов, более подходящих к определенным условиям, приводит к появлению уникальных материалов, способных работать в новых условиях гораздо лучше классических материалов. Рассмотрение таких уникальных материалов может помочь и в условиях обычного строительства. Одним из таких материалов является серобетон [1]. Данный материал известен уже около полувека и находит применение в химической промышленности и автодорожном строительстве.

Анализ данного материала привел к мысли использования его в промышленном и гражданском строительстве, т.к. теоретически его отдельные физико-механические характеристики выше стандартного бетона на основе цемента и щебня.

Задачей исследования стал анализ процесса изготовления серобетона с точки зрения его использования в промышленном и гражданском строительстве.

Изготовление данного типа бетона возможно двумя способами: холодным и горячим. Экспериментально установлено, что холодное смешивание не дает стабильный результат при небольших отклонениях в технологии: возможно получение хрупкого материала или же вовсе нерабочей смеси. Второй способ позволяет нивелировать неточности в технологии и использовать получившуюся смесь для литья.

Вариативность использования серобетона ограничивается его физическими и химическими особенностями: высокая температура изготовления, высокая токсичность изготовления, низкая сопротивляемость высоким температурам.

Основные плюсы использования подобной смеси: получение прочных и износостойких к механическим воздействиям элементов в кратчайшие сроки, более высокая прочность, химическая стойкость, способность твердеть при низких температурах, водонепроницаемость.

Исходя из проведенных экспериментов, была достоверно установлена невосприимчивость к соляной кислоте и быстрая скорость твердения. Полученные образцы набирали прочность в течение времени снижения температуры до 20 °С.

Использование подобного материала возможно в условиях выполнения нулевого цикла. Полученный материал, превосходя обычный бетон по прочностным характеристикам, выглядит привлекательным по причине возможности уменьшения массы и объема материала. Также возможно его использование в зимнее время и в условиях вечной мерзлоты. Кроме того, теоретически благоприятно использование этого материала в реконструкции и реставрации, т.к. использование более прочного материала позволит избежать существенных изменений облика здания или элемента конструкции. Или можно получить обратный эффект – получение более тяжелого элемента, чем аналогичный, по объему из обычного бетона, для проведения, например, работ под водой (утяжелители для трубопроводов).

Методика проведения эксперимента направлена на получение данных о механических свойствах образцов из серобетона и выявления зависимости прочности бетона от соотношения серы к заполнителю. Методика была разработана, опираясь на ПНСТ 105-2016 и ГОСТ10180-2012 [2].

Изготавливаются три серии образцов с содержанием серы 30, 40 и 50 %. Количество образцов в серии – 10 штук. Размеры образцов 100×100×100 мм. Все три серии должны быть изготовлены в одинаковых условиях при одной температуре. Металлические формы для образцов должны быть предварительно прогреты до 130±5 °С и смазаны машинным маслом, формы из других материалов можно не нагревать. Испытание кубов из серобетона проводится для определения предела прочности материала. По результатам испытания строятся графики напряжений и деформации. По этим графикам делаются со-

ответствующие выводы о влиянии количества серы в бетоне. Также результаты испытания данных образцов можно сравнить с результатами испытаний обычного бетона и сказать, насколько лучше или хуже серобетон работает на сжатие.

Перспективным является вопрос построения диаграмм деформирования серобетона, что позволит описать его напряженно-деформированное состояние в несущих конструкциях зданий и сооружений.

Вывод: использование в строительстве серобетона в перспективе позволит решать уникальные и сложные задачи и ускорить строительство пропорционально разнице в скорости изготовления данного бетона и обычного.

1. ПНСТ 105-2016. Смеси серобетонные и серобетон. Технические условия. – Москва : Стандартинформ, 2016. – 19 с.

2. ГОСТ 10180-2012 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. – Москва : Стандартинформ, 2018. – 36 с.

## УСИЛЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ КОМПОЗИТНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

*П.С. Лаврентьев*

*И.С. Казакова, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Вопрос усиления металлических конструкций композитными материалами практически не рассматривался в России, не проводились теоретические и экспериментальные исследования. Однако данный метод уже применяется по всей Европе, в Великобритании, а также в США, и фактически у него есть огромный потенциал и множество достоинств в сравнении с классическими методами усиления.

Данный метод может применяться для восстановления несущей способности конструкций, увеличения несущей способности уже существующих конструкций при изменении условий их эксплуатации (сооружения XVIII–XX вв.).

Из-за сложившейся на данный момент ситуации (отсутствие нормативной документации) использование композитов для усиления металлических конструкций практически невозможно, поэтому любая публикация, касающаяся данной темы, является актуальной и полезной.

Целью исследования является совершенствование решений при усилении металлических конструкций.

Задачи исследования:

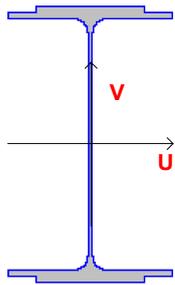
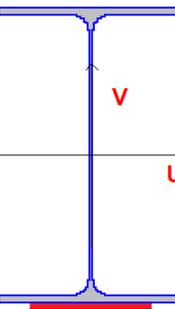
- выяснить, какими композитными материалами и как можно усиливать металлические конструкции;
- определить конкурентоспособность данного метода усиления;
- срок службы композитных материалов при использовании их для усиления;
- выбор клея и технологии приклеивания;
- возможность использования композитных материалов в суровых климатических условиях.

В работе проводилось сравнение двух способов усиления металлической балки из прокатного двутавра 50Ш1 по ГОСТ 26020-83. Первый способ усиления выполнялся методом увеличения сечения по [1] с помощью двух пластин размером 200×6 мм. Использовалось симметричное усиление сечения. Расчет усиления производился в программном комплексе SCAD. Определялась несущая способность балки при изгибе. Результаты представлены в таблице.

Второй способ усиления выполнен с помощью углепластиковых пластин размером 200×6 мм по CNR-DT 202/2005 «Guidelines for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Existing Structures». Metallic structures. Preliminary study. ROME – CNR, 2007 [2]. Принято несимметричное усиление снизу в растянутой зоне полки двутавра. Несущая способность при изгибе усиленной балки представлена в таблице.

Таблица

**Сравнение двух вариантов усиления**

Способ усиления	Сечение	Несущая способность после усиления
Двутавр широкополочный по ГОСТ 26020-83 50Ш1, усиленный двумя металлическими накладками 200×6		677,97 кНм (По результат расчёта в SCAD)
Двутавр широкополочный по ГОСТ 26020-83 50Ш1, усиленный углепластиковой пластиной (200×6)		599,13 кНм

Из результатов расчёта видно, что увеличение несущей способности композитными материалами сравнимо с усилением металлическими накладками, что делает данный способ конкурентоспособным.

В результате анализа зарубежной литературы было установлено, что данный метод позволит увеличить несущую способность металлических конструкций без существенного изменения их эстетических качеств. Также композиты обладают рядом других преимуществ: не подвержены коррозии, обладают низкой массой, высокой прочностью.

Отрицательные температуры для данного метода усиления могут иметь даже положительный эффект, а именно повышение прочности и жесткости. Негативный эффект несет влага, возникающая при циклах замораживания-оттаивания. Влага способствует пластификации, снижению температуры стеклования и другим отрицательным эффектам.

1. Казакова, И. С. Реконструкция зданий и сооружений: учебное пособие [для всех форм обучения направления 270800.62 – Строительство]: в 2 ч. Ч. 2 / И. С. Казакова. – Вологда : ВоГТУ, 2013. – 79, [1] с.

2. CNR-DT 202/2005 «Guidelines for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Existing Structures». Metallic structures. Preliminary study. ROME – CNR, 2007.

## РАСЧЕТ ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДАНИЯ С УЧЕТОМ ПРОГРЕССИРУЮЩЕГО ОБРУШЕНИЯ

*Ю.А. Ночевалова*

*И.С. Казакова, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Расчеты на прогрессирующее обрушение являются обязательными для высотных зданий [1, 2]. В настоящее время большую долю строительства составляют жилые и общественные здания, которые по [3] относятся к нормальному уровню ответственности. Согласно [3] расчет на прогрессирующее обрушение должен выполняться для зданий с массовым пребыванием людей. Поэтому учет аварийных воздействий, разработка конструктивных мер по обеспечению безопасности для зданий и сооружений класса КС-2 является актуальной задачей.

По [3] термин «прогрессирующее (лавинообразное) обрушение» означает последовательное разрушение несущих конструкций здания в результате местного повреждения, которое приводит к обрушению здания в целом либо его частей.

Объектом исследования является четырехэтажное здание административного назначения с подвальной частью. Размеры здания в плане 48×45 м. Конструктивная схема здания – каркасная с поперечными металлическими рамами с шагом 9 метров, жестко связанными между собой монолитными перекрытиями. Несущие металлические колонны и балки перекрытий приняты из колонного и широкополочного двутавров, соответственно, по ГОСТ Р 57837-2017 «Двутавры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок». Диафрагмы жесткости и стены подвала выполнены из монолитного железобетона класса В25. Фундамент представляет собой монолитную железобетонную плиту из бетона класса В25.

Расчет выполнялся при помощи ПК «SCADOffice 21.1». На первом этапе был выполнен статический расчет здания с целью определения напряженно-деформированного состояния конструкций. Подобраны сечения металлопроката для поперечной рамы каркаса, сечения и армирование железобетонных конструкций.

На втором этапе производился непосредственный расчет на прогрессирующее обрушение в 4-х сценариях. Из расчетной схемы удалялись следующие элементы:

1. Угловая колонна 1 этажа. Данная конструкция наиболее подвержена наезду транспорта. Масса удаляемого элемента – 768,74 кг (рис. 1).
2. Средняя колонна подвального этажа. Данная расчетная ситуация возможна в связи с размещением на данном этаже паркинга (рис. 2).
3. Часть покрытия площадью 28 м<sup>2</sup> (диаметром 6 м). Масса удаляемых элементов – 12 т.
4. Часть ядра жесткости площадью 36 м<sup>2</sup> на 1 этаже массой 25,65 т.

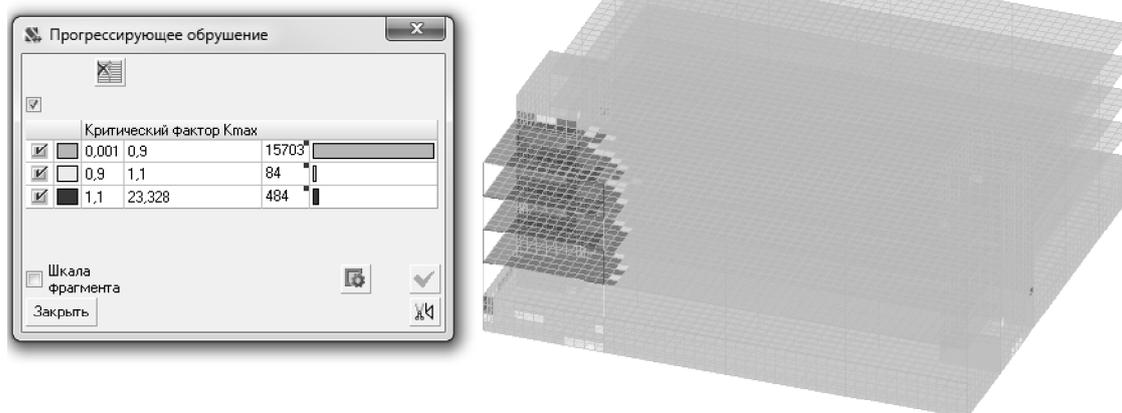


Рис. 1. Результаты обрушения при удалении колонны 1 этажа

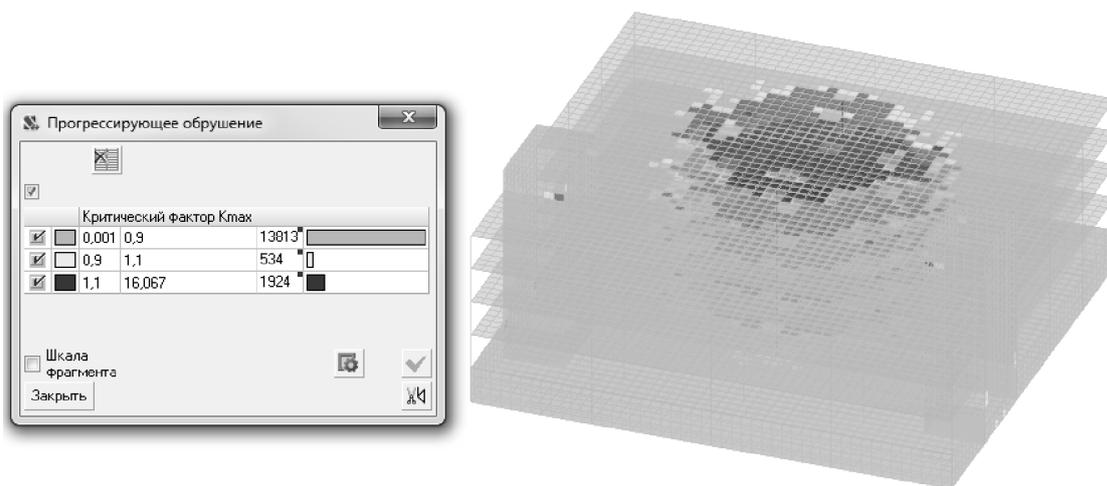


Рис. 2. Результаты обрушения при удалении средней колонны подвала

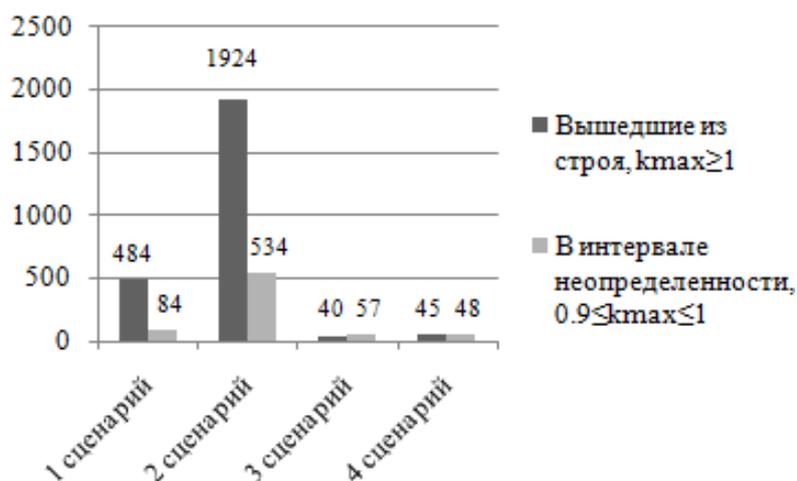


Рис. 3. Количество элементов, неустойчивых к обрушению, шт.

Удаление части перекрытий и покрытий не приводит к прогрессирующему обрушению рассматриваемого здания. Удаление колонн наиболее критично. Устойчивость к прогрессирующему обрушению не обеспечивается (рис. 3).

1. Казакова, И. С. Выбор конструктивного решения высотного здания с учетом динамических воздействий и обеспечения устойчивости против прогрессирующего обрушения / И. С. Казакова, Н. А. Кузнецова // Технологии бетонов. – 2019. – № 5–6. – С. 50–54.

2. Казакова, И. С. Устойчивость высотных зданий против прогрессирующего обрушения / И. С. Казакова, Н. А. Кузнецова // Строительные материалы, оборудование, технологии. – 2019. – № 11–12. – С. 34–37.

3. ГОСТ 27751-2014. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения. – Введ. 01.07.2015. – Москва : Стандартинформ, 2015. – 16 с.

## К ВОПРОСУ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МАЛОЭТАЖНОГО ДОМОСТРОЕНИЯ В ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

*Е.С. Олейник*

*Е.А. Кабанов, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

При развитии малоэтажного индивидуального строительства актуальным становится вопрос выбора конструктивной схемы здания, выбора типа ограждающих конструкций здания. Важным аспектом в выборе типа конструкции является энергоэффективность объекта, следовательно, приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции.

Цель исследования: сравнение приведенного сопротивления теплопередаче фрагмента ограждающей оболочки каркасного дома с домом из трехслойных железобетонных панелей.

Задачи исследования: расчет приведенного сопротивления стен: деревянных каркасных и 3-х-слойных железобетонных панелей с учетом всех теплотехнических неоднородностей.

Одним из самых важных показателей является приведенное сопротивление ограждающих конструкций теплопередаче. Согласно СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», расчёт приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкции должен производиться с учетом теплотехнической неоднородности конструкций. Расчеты выполнялись для каркасного индивидуального жилого дома, с заполнением каркаса PIR панелями, а также с утеплителем STYROFOAM. Были определены следующие неоднородности, влияющие на приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции: оконный откос, образованный деревянными элементами – линейный элемент; стык стеновых сэндвич-панелей PIR с элементами деревянного каркаса – линейный элемент; стыки участков перекрытия между лагами со стеновым ограждением – линейный элемент; стыки участков перекрытия между лагами со стеновым остеклением – линейный элемент.

Расчет показал, что приведенное сопротивление теплопередачи стены с учетом всех теплотехнических неоднородностей равен  $R_{0пр} (1,964 < 3,395 \frac{m^2 \times ^\circ C}{Вт})$  меньше требуемого. Был проведен расчет фрагмента глухого участка стены, где неоднородностью является стойка с примыканием теплоизоляции с двух сторон в виде фрагмента  $2 м \times 1 м (h) R_{0пр} (3,48 < 3,395 \frac{m^2 \times ^\circ C}{Вт})$ . В связи с тем, что на рассматриваемом участке меньше типов теплотехнических неоднородностей, приведенное сопротивление теплопередаче получилось больше требуемого, однако изначальный расчет показывает

на необходимость дополнительного утепления мостиков холода, то есть каркаса здания. При дополнительном утеплении каркаса здания встает вопрос об облицовке фасада здания, следовательно, крепежные элементы фасадной системы будут образовывать точечные неоднородности ограждающей конструкции и понизят приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции стены.

Трехслойная деревянная каркасная конструкция стены, которая в итоге получилась, напомнила конструкцию стеновых трехслойных железобетонных панелей. Трехслойные железобетонные панели состоят из наружного (облицовочного железобетонного слоя), слоя теплоизоляции, внутреннего слоя (несущий железобетонный слой). Железобетонные панели имеют точечные неоднородности в виде стеклопластиковых гибких связей (распорок и подвесок).

За основу трехслойных панелей в данном исследовании взяты трехслойные панели по СТО 42903911-002-2008 «Железобетонные трехслойные панели системы «СТАЙРОДОМ»». Согласно испытаниям, проведенным в ЦНИИС в 2004 г., термическое сопротивление панели с утеплителем STYROFOAM толщиной 100 мм составляет  $3,75(\text{м}^2 \times \text{°C})/\text{Вт}$ . Можно сделать вывод, что при использовании одного и того же утеплителя приведенное сопротивление железобетонных трехслойных панелей будет на 7,8 % больше, чем у каркасного дома, заполненного панелями PIR или панелями, в качестве заполнения использующими другие виды теплоизоляции.

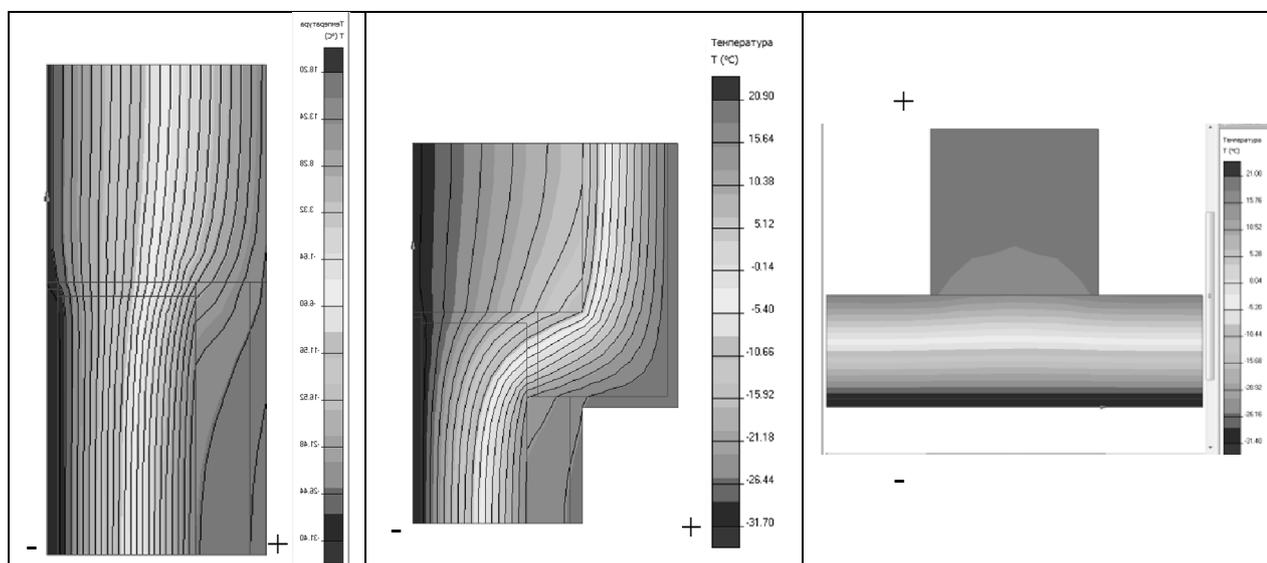


Рис. Температура частей конструкции в зависимости от узла примыкания теплоизоляции

Сравнение по сопротивлению теплопередаче показало, что необходимо более тщательно подходить к конструированию теплового контура здания повышенного класса энергосбережения.

Расчет показал, что при грамотном инженерном проектировании приведенное сопротивление теплопередаче трехслойной железобетонной конструк-

ции стены оказалось на 7,8 % больше, чем у деревянной каркасной, при одной и той же толщине теплоизоляции.

Трехслойные железобетонные панели обладают большей тепловой инерцией по сравнению с деревянным каркасом.

## **ПРЕДПОСЫЛКИ РАСЧЕТА ПЕРЕКРЕСТНЫХ АРОЧНЫХ СИСТЕМ ПРОТИВ ПРОГРЕССИРУЮЩЕГО ОБРУШЕНИЯ**

***В.В. Остянко***

***Н.С. Новожилова***, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент  
Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет  
г. Санкт-Петербург

Использование сложной пространственной системы, состоящей из арочных конструкций, позволяет свободно работать с планом сооружения, пространством, получить плавные очертания экстерьера и интерьера.

Несмотря на преимущества плоскостных систем, они ограничены в величине перекрываемого пролета. Использование перекрестных арочных систем позволяет создать пространственную конструкцию, которая более рационально работает на больших пролетах, что приводит к уменьшению поперечных сечений и, соответственно, к экономии строительных материалов.

Использование данного типа конструкций является актуальным в настоящее время, так как создана теоретическая основа определения несущей способности, разработаны методы расчета возникающих усилий и созданы предпосылки улучшения технико-экономических показателей при возведении.

Использование таких конструкций может найти широкое применение при проектировании зданий производственного назначения в целях увеличения внутреннего пространства. По п. 5.1 [1] при проектировании следует производить расчет зданий производственного назначения повышенного уровня ответственности против прогрессирующего обрушения, а также нормального уровня ответственности с массовым пребыванием граждан.

Расчет осуществляется квазистатическим и динамическим методами.

При первом методе в первичной исходной (неповрежденной) схеме отключается связь, что моделируется внезапным исчезновением реакции, при котором возникают динамические эффекты. Квазистатический метод, описанный в [2], предполагает приложение нагрузки от связи с коэффициентом динамичности 2,0. В зарубежной литературе, в зарубежных нормах данный подход получил название pulldown анализа. В квазистатическом методе есть также pushdown анализ, не описанный в [2], при котором эффект удаления связи

можно замоделировать двойным приложением нагрузки (данный метод применяется в зарубежных нормах).

Возможен подход, когда рассматривается и решается задача не в нелинейной статической постановке, а в нелинейной динамической постановке. Динамические эффекты могут быть учтены прямым образом при выполнении динамического расчета, требующего рассмотреть систему как систему с конечным числом степеней свободы – для такой системы дифференциальное уравнение движения имеет вид:

$$M\ddot{u} + C\dot{u} + Ku = f^a. \quad (1)$$

При этом применяется один из методов прямого интегрирования уравнения движения. Интегрирование по неявной схеме (метод Ньюмарка):

$$M\ddot{u}_{t+\Delta t} + C\dot{u}_{t+\Delta t} + Ku_{t+\Delta t} = f_{t+\Delta t}^a. \quad (2)$$

Явная схема интегрирования (метод центральных разностей):

$$M\ddot{u}_t + C\dot{u}_t + Ku_t = f_t^a. \quad (3)$$

При динамическом методе парирование реакции от связи моделируется приложением нагрузки обратного знака, которая меняет свое значение (изменение описывается билинейной зависимостью, рис.) от нуля (начало процесса) до полного значения (парирования нагрузки) за время отказа  $t_{отк}$ .

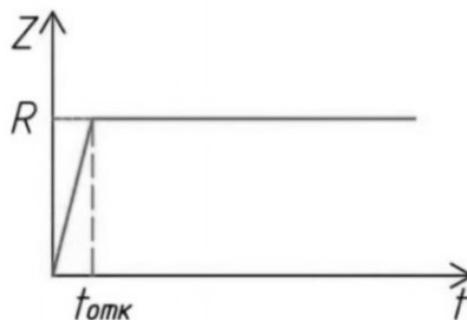


Рис. График билинейной зависимости мгновенного изменения нагрузки

Существует несколько методов оценки времени инициирующего воздействия: расчет как  $1/10$  основного периода собственных колебаний удаляемого элемента; по рекомендации американских норм «Progressive collapse analysis and design guideline (GSA.2013)»

$$t_{отк} \leq 0,1T, \quad (4)$$

где  $T$  – есть период колебаний конструкции без выбывшего элемента, по форме колебаний напоминающей статическую деформацию системы; согласно справочнику по динамическим воздействиям Б.Г. Коренева и И.М. Рабиновича от 1972 г. Таким образом, есть три подхода оценки времени

иницирующего воздействия, которые можно рассмотреть и сравнить полученные результаты.

По п. 4.5 [2] для любых элементов должно выполняться условие, при котором здание или сооружение защищено от прогрессирующего обрушения:

$$F \leq S, \quad (5)$$

где  $F$  – усилия в конструктивных элементах или их соединениях, определяемые расчетом;  $S$  – несущая способность конструктивных элементов и их соединений.

Исследование перекрестных арочных систем на устойчивость против прогрессирующего обрушения – одно из перспективных направлений, ранее не рассмотренных и не изученных. Целью является изучение работы конструкции, так как данная система имеет устойчивость к прогрессирующему обрушению, а исследование перекрестных арочных систем под действием динамических нагрузок (взрывных, ударных, сейсмических) позволит повысить эффективность проектирования и их применения.

1. СП 56.13330.2011 Производственные здания. Актуализированная редакция СНиП 31-03-2001 (с Изменениями N 1, 2)

2. СП 385.1325800.2018 Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДА РАСЧЕТА ТРУБЧАТЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ВИСЯЧИХ СВАЙ**

***В.Ю. Пивень***

***В.С. Уткин***, научный руководитель, д-р техн. наук, профессор  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Фундаменты на железобетонных сваях являются одними из самых распространенных в современном строительстве. Они имеют огромную несущую способность, подходят для установки на большинстве грунтов и в любое время года, монтаж свай не требует ручного труда и отличается высокой скоростью возведения.

Проблема заключается в повышении достоверности существующего метода расчета несущей способности полых железобетонных свай по СП 24.133330.2011 с грунтом внутри свай.

Цель работы – выявление и реализация резервов несущей способности полых свай за счет включения в работу грунтового сердечника свай.

Метод: разработка расчетной схемы работы полрой сваи в грунте основания на основе работ научного руководителя по сплошным сваям.

1. Расчет несущей способности трубчатых свай с закрытым нижним концом (рис. 1):

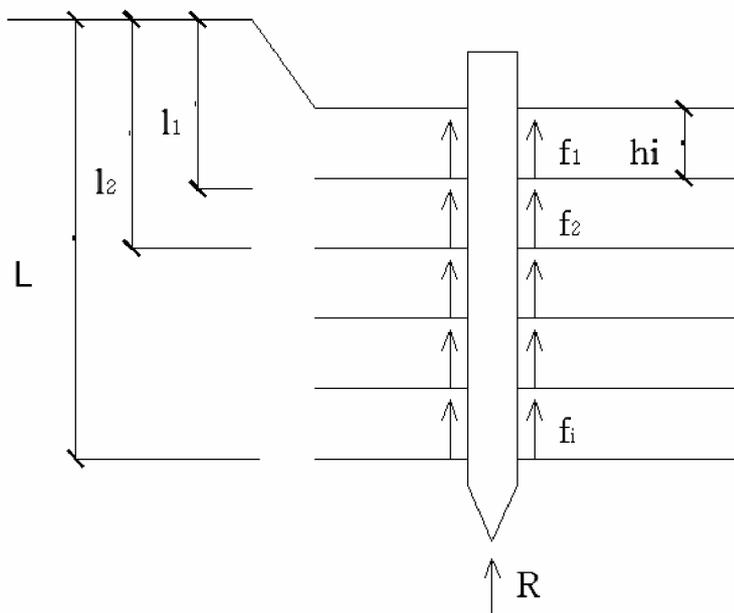


Рис. 1. Расчетная схема трубчатой сваи с закрытым концом

Расчетная формула по несущей способности грунта основания для одиночной сваи имеет вид

где  $F$  – нагрузка на сваю, включая собственный вес сваи;

$A$  – площадь поперечного сечения сваи;

$R$  – расчетное сопротивление грунта основания;

$u$  – периметр поперечного сечения сваи;

$f_i$  – силы трения-сцепления на поверхности сваи;

$h_i$  – высота слоя грунта основания.

2. Расчет несущей способности трубчатых свай с открытым нижним концом, погружаемых с грунтовым сердечником.

Методы расчета несущей способности свай с открытым нижним концом, рекомендуемые действующими нормативными документами, в большинстве случаев не согласуются с результатами статических испытаний.

В СП 24.133330.2011 для нахождения сил трения-сцепления  $f_i$  исходят из условия обязательного срыва сваи в грунте основания и, их значения приведены в таблице 7.3 в зависимости от слоев грунта и глубины их залегания.

На рис. 2 представлена расчетная схема висячей сваи в грунте при неподвижном положении сваи под нагрузкой, где силы трения-сцепления  $f_i$  на поверхности сваи возникают в результате микроперемещений (деформаций  $\varepsilon$ ) материала сваи в контакте с грунтом. На рис. 2а нагрузка полностью уравновешивается силами трения, а нижняя часть сваи длиной  $(H-h)$  не участвует в работе. С точки зрения экономии такая свая неэффективная, потому что не используется несущая способность грунта основания по всей длине.

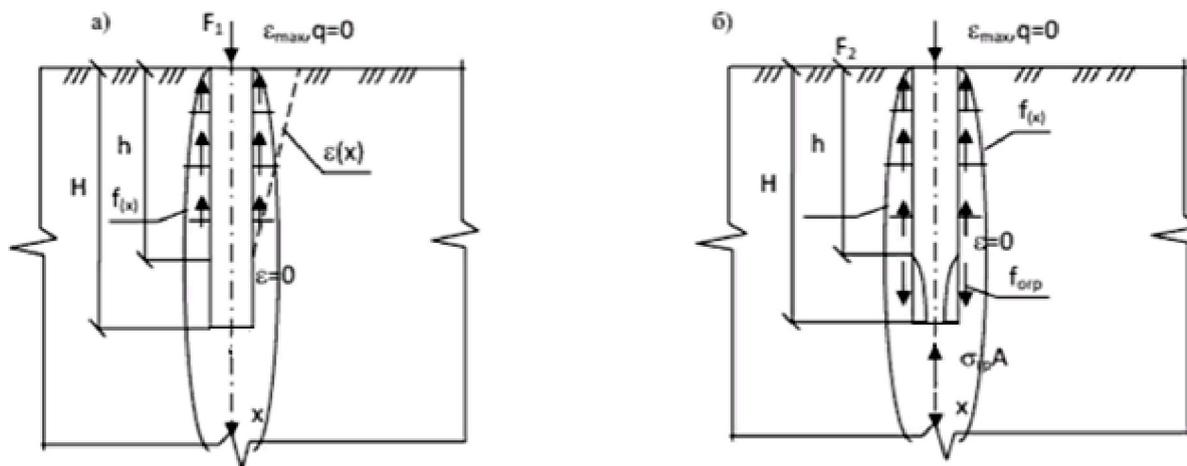


Рис. 2. Расчетная схема трубчатой сваи с открытым концом:  
 а) при малой нагрузке и большой длине сваи;  
 б) при большой нагрузке и малой длине сваи.

При погружении трубчатых свай без выемки грунта происходит уплотнение грунтового сердечника. Для увеличения несущей способности сваи можно учитывать не только силы трения-сцепления по наружной поверхности сваи, но и по внутренней поверхности.

Выводы:

1. Были изучены и проанализированы существующие методы расчета висячих свай.
2. Сформулировано обоснование применения нового метода расчета по несущей способности полых свай за счет включения в работу грунтового сердечника сваи.
3. Намечены пути разработки способа передачи нагрузки от ростверка на грунт основания внутри сваи с целью создания изобретения.

## РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНЫХ СОСТАВОВ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ДРЕВЕСНО-ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИТОВ

*А.С. Сарсенбай*

*В.Т. Станевич, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова  
г. Павлодар

Арболит, как строительный материал, представляет наибольшую ценность, сочетая в себе наиболее высокие физико-механические показатели. Рассмотренные экспериментальные данные дают полную картину свойств и могут служить объективной характеристикой данного композита. Оптимальные физико-механические показатели должны сочетать в себе высокую прочность при относительно небольшой плотности и минимальном коэффициенте теплопроводности. Другими словами, материал должен быть легким, теплым и прочным. Именно такой арболит будет иметь конкурентные преимущества в ряде подобных материалов.

На территории Павлодарской области производство опилкобетона не распространено. В условиях нашей местности возможно использование древесных отходов лесопильной и деревообрабатывающей промышленности. Именно поэтому был разработан оптимальный состав смеси древесно-цементного материала и были проведены плановые испытания.

Технологический процесс производства древесно-цементных материалов включает следующие основные операции:

- а) подготовку древесного сырья, состоящую в измельчении древесины (получении дробленки), минерализация дробленки растворами химикатов;
- б) дозирование материалов, составляющих смесь опилкобетона;
- в) смешивание компонентов в смесительных аппаратах;
- г) формование изделий;
- д) твердение отформованных изделий в формах;
- е) распалубку изделий и дальнейшую их выдержку в теплом помещении;
- ж) приемку готовых изделий и хранение на складе.

Производство опилкобетона отличается от производства всех других видов бетонов. Несмотря на небольшое количество компонентов и кажущуюся простоту изготовления, производство древесно-цементных материалов является трудоемким процессом в виду того, что опилки и цемент по своей природе имеют низкую адгезию. И для того, чтобы получить единый материал, необходимо соблюсти целый ряд технологических моментов. Правильно организованный процесс производства опилкобетона гарантирует высокое качество строительного материала и, соответственно, прочность, надежность и экологичность построенных из него домов и зданий.

Расчетно-экспериментальным методом подберем состав конструкционно-теплоизоляционного опилкобетона (арболита) класса В 1,0 марки М15 для производства стеновых и теплоизоляционных строительных камней, средней плотностью не более  $500 \text{ кг/м}^3$  (в высушенном состоянии).

Исходные данные:

- а) класс (марка) арболита – В1,0 (М15);
- б) наполнитель – опилки из отходов деревообработки хвойных пород;
- в) влажность наполнителя  $W_3 = 40 \%$ ;
- г) насыпная плотность наполнителя  $\rho_3^H = 173 \text{ кг/м}^3$ ;
- д) вяжущее – портландцемент М400;
- е) химические добавки: хлорид кальция, концентрация 6 %, жидкое стекло, концентрация 4 %;
- ж) плотность арболитовой смеси в уплотненном состоянии  $\rho_{\text{арб}} = 440 \text{ кг/м}^3$ ;
- з) размер образца  $100 \times 100 \times 100 \text{ мм}$ .

Расчетно-экспериментальным методом был подобран состав арболитовой смеси плотностью  $557 \text{ кг/м}^3$ .

В лаборатории ТОО «ЭкоСтройНИИ-ПВ» были изготовлены образцы и проведены испытания в соответствии с ГОСТ 19222-84. Время приготовления арболитовой смеси составляло 7–9 минут. Объекты испытаний – образцы арболита, кубы  $100 \times 100 \times 100 \text{ мм}$  в возрасте более 28 суток.

На основании результатов проведенных расчетов и экспериментальных исследований был сделан вывод, что полученный древесно-цементный материал имеет марку по морозостойкости F15 и не может быть применен при строительстве жилых и общественных зданий с повышенными требованиями к морозоустойчивости.

Результаты испытаний образцов деревобетона на основе исходного сырья приведены в таблице.

Таблица

#### Результаты испытаний полученных образцов деревобетона

№	Размеры, мм	Объем, $\text{см}^3$	Масса, г	Плотность, $\text{кг/м}^3$	Разрушающая нагрузка, кгс	Прочность, МПа
1	$100 \times 100 \times 101$	1010	2019	481	4156	1,85
2	$101 \times 99 \times 100$	999,9	1996	494	4210	1,91
3	$100 \times 100 \times 100$	1000	1997	486	4081	1,87
4	$101 \times 101 \times 99$	1009,8	2018	471	4037	1,85
5	$101 \times 99 \times 99$	989,9	1911	478	3986	1,88
6	$99 \times 99 \times 100$	980,1	1843	483	4112	1,92
Среднее значение				482,1		1,88

На основании результатов исследований можно сделать вывод, что полученные теплоизоляционные древесно-цементные блоки марки М15 могут использоваться для строительства нежилых зданий и сельскохозяйственных со-

оружений, для теплоизоляции внутренних и наружных стен зданий, в промышленном строительстве.

1. Наназашвили, И. Х. Производство арболита – эффективный способ утилизации древесных отходов. – Москва : Стройиндустрия. 1992. – 248 с.

## ПЛОТНОСТЬ ПЕНОПОЛИСТИРОЛА ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ВЛАЖНОСТИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

*А.В. Севостьянов*

*А.В. Ерофеев, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Тамбовский государственный технический университет  
г. Тамбов

Одним из распространенных теплоизоляционных материалов является пенополистирол (полистирол) марки ПСБ-С-25. Низкий коэффициент теплопроводности (0,039 Вт/м·К) достигается за счет увеличения пористости материала, что в свою очередь сказывается на чувствительности характеристик материала к изменению влажности окружающей среды, которая является одним из факторов, оказывающих влияние на эксплуатационную надежность [1]. При увеличении влажности плотность материала при постоянной температуре должна увеличиваться.

Целью настоящей работы является определение плотности пенополистирола марки ПСБ-С-25 при изменении влажности окружающей среды с 60 до 70 и 80 %.

Цель определила решение следующих задач:

- проанализировать существующие методы прогнозирования работоспособности строительных материалов;
- исследовать влияние изменения влажности на плотность пенополистирола.

Предметом исследования является пенополистирол марки ПСБ-С-25.

Объект исследования: плотность пенополистирола.

Образцы размером 120×50×20(н) помещались в камеру, в которой поддерживалась заданная влажность. После выдержки образцов определялась масса и размер образца. Масса образца определялась с помощью электронных весов с точностью измерения 0,01 гр. Проводилось измерение сторон каждого образца и определялся их объем как произведение длин трех сторон образца, которые измерялись с помощью штангенциркуля с точностью 0,1 мм. Плотность определялась по следующей формуле:

$$\rho = m/V,$$

где  $m$  – масса образца, гр;  
 $V$  – объем образца, см<sup>3</sup>.

За конечный результат плотности принималось среднее арифметическое значение 6 образцов, испытанных в одинаковых условиях. По полученным значениям массы и объема материала строились графики в координатах  $\rho(\text{гр}/\text{см}^3) - \varphi(\%)$  (рис.) [2].

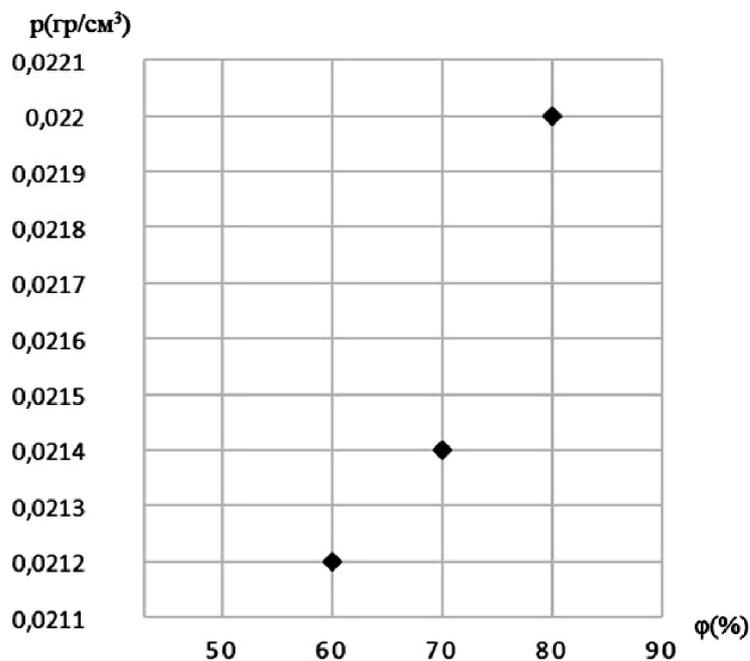


Рис. Зависимость изменения плотности пенополистирола ПСБ-С-25 от влажности

При  $\varphi=60\%$  –  $\rho=0,0212\text{ гр}/\text{см}^3$ ;  $\varphi=70\%$  –  $\rho=0,0214\text{ гр}/\text{см}^3$ ;  $\varphi=80\%$  –  $\rho=0,0220\text{ гр}/\text{см}^3$ .

Установлено, что с увеличением влажности окружающей среды до 80 % плотность пенополистирола марки ПСБ-С-25 увеличивается не более чем на 1,0 %, что является несущественным.

Таким образом, можно сделать вывод, что изменение влажности окружающей среды не влияет на плотность пенополистирола марки ПСБ-С-25.

1. Рождественская, Т. С. Анализ факторов, влияющих на параметры эксплуатационной надежности строительных конструкций спортивных сооружений / Т. С. Рождественская, Н. С. Кобелев, Д. В. Авдяков, Л. С. Белоусова, А. А. Медведев // Международных академических чтений. – 2006. – С. 143–146.

2. Ярцев, В. П. Эксплуатационные свойства и долговечность теплоизоляционных материалов (минеральной ваты и пенополистирола) / В. П. Ярцев, А. А. Мамонтов, С. А. Мамонтов // Кровельные и изоляционные материалы. – 2013. – № 1. – С. 8–11.

## ПРЕДПОСЫЛКИ РАСЧЕТА УСИЛЕННОЙ КИРПИЧНОЙ СТЕНЫ НА МЕСТНОЕ СЖАТИЕ

*Д.А. Соколкина*

*Н.С. Новожилова, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет  
г. Санкт-Петербург

Усиление или восстановление работоспособности отдельных элементов зданий, выполненных из каменной кладки, выполняется по результатам обследования их технического состояния. Одним из самых распространенных методов является способ усиления стен обоями или двухсторонними железобетонными наращиваниями, поскольку он позволяет при незначительных трудозатратах повысить несущую способность кладки в 1,25–2,5 раза.

Железобетонная обойма является наиболее часто используемым способом усиления кирпичных стен (рис.). Это обусловлено ее сравнительно низкой стоимостью и быстрыми сроками выполнения работ.

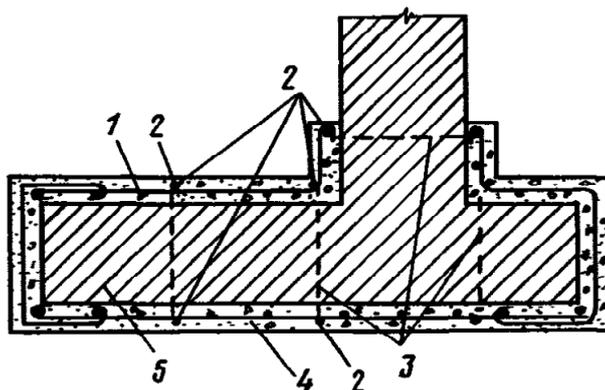


Рис. Схема усиления стены железобетонной обоймой: 1 – металлическая сетка; 2 – вертикальные стержни; 3 – стержни-связи; 4 – бетон обоймы; 5 – кладка стены

Железобетонная обойма изготавливается преимущественно из бетона класса В12,5–В15 и армируется арматурными сетками с использованием стержней-связей, выполненных из арматуры  $\varnothing 10$ –14 мм. Согласно рекомендациям, шаг связей по вертикали не должен превышать 750 мм. Если конструкция имеет значительную протяженность, то связи устанавливаются по длине с шагом не более 1000 мм или не более  $2d$ , где  $d$  – толщина стены.

Расчет для кирпичной кладки, усиленной железобетонной обоймой и работающей в условиях центрального или внецентренного сжатия при эксцентриситетах, не выходящих за пределы ядра сечения, производится по формулам:

$$N \leq \psi \cdot \varphi \cdot \left[ \left( m_g \cdot \gamma_c \cdot R + \eta \cdot \frac{3 \cdot \mu}{1 + 3 \cdot \mu} \cdot \frac{R_{sw}}{100} \right) \cdot A + \gamma_b \cdot R_b \cdot A_b + R_{sc} \cdot A_s' \right], \quad (1)$$

где  $N$  – продольная сила;  $A$  – площадь сечения усиливаемой кладки;  $A_s'$  – площадь сечения продольной арматуры обоймы или продольных угол-

ков;  $A_b$  – площадь сечения бетона обоймы, заключенного между хомутами и кладкой (защитный слой не учитывается в расчете);  $R_{sw}$  – расчетное сопротивление поперечной арматуры обоймы;  $R_{sc}$  – расчетное сопротивление продольной арматуры или уголков;  $\varphi$  – коэффициент продольного изгиба;  $m_g$  – коэффициент, учитывающий длительное действие нагрузки;  $\gamma_c$  – коэффициент условий работы кладки;  $\gamma_b$  – коэффициент условий работы бетона;  $\mu$  – процент поперечного армирования;  $\psi$  и  $\eta$  – коэффициенты, зависящие от вида сжатия.

Однако данная формула не учитывает вариант работы кладки, усиленной обоймой, при местном сжатии. Особенностью является то, что при приложении нагрузки не на всю стену, а только на небольшую часть ее площади, сопротивление кладки местному сжатию получается выше сопротивления обычному сжатию, и ненагруженная часть стены выступает в роли обоймы, повышая сопротивление нагруженной части.

Несущая способность каменной кладки в условиях местного сжатия производится по формуле [1]:

$$N_c \leq \psi \cdot d \cdot R_c \cdot A_c, \quad (2)$$

где  $N_c$  – продольная сжимающая сила от местной нагрузки;  $\psi$  – коэффициент полноты эпюры давления;  $d$  – коэффициент, учитывающий материал кладки;  $A_c$  – площадь смятия под нагрузкой;  $R_c$  – расчетное сопротивление кладки на смятие.

Несущая способность железобетонного элемента в условиях местного сжатия производится по формуле [2]:

$$N \leq \psi \cdot R_{b,loc} \cdot A_{b,loc}, \quad (3)$$

где  $\psi$  – коэффициент, учитывающий равномерность распределения местной нагрузки по площади смятия;  $A_{b,loc}$  – площадь смятия;  $R_{b,loc}$  – расчетное сопротивление бетона смятию.

Таким образом, существующие методики расчета позволяют определять несущую способность на местное сжатие отдельно кирпичной кладки и отдельно железобетонных элементов. Однако работа на местное сжатие кирпичных стен, усиленных железобетонной обоймой, в должной степени не рассматривалась. Поэтому целью является изучение особенностей работы такой комбинированной конструкции на местное сжатие.

1. СП 15.13330.2012 Каменные и армокаменные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-22-81\* (с изменениями № 1, 2, 3).

2. СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 (с изменениями № 1, 2).

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОНКОСТЕННЫХ СТАЛЬНЫХ ПРОФИЛЕЙ В ПЕРЕКРЫТИЯХ ЗДАНИЙ

*Д.Ю. Сулимов, А.О. Журавлев*

*И.С. Казакова, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В настоящее время в сфере строительства все больше возрастает потребность в быстровозводимых, легко транспортируемых облегченных строительных конструкциях. Одним из путей решения указанных проблем является разработка и применение конструктивных элементов, выполненных из стальных оцинкованных профилей холодного деформирования.

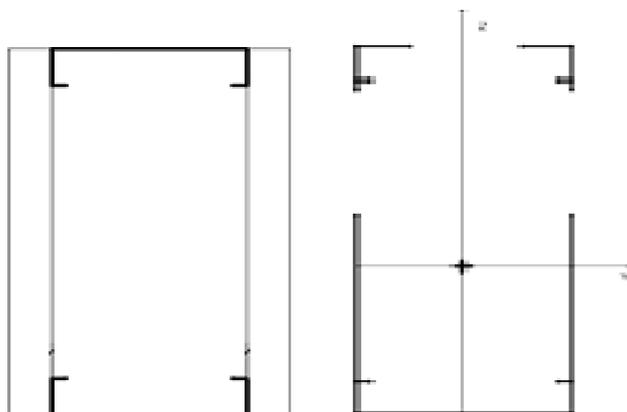
Данный вид конструкций обладает рядом преимуществ: малым расходом металла, защитным цинковым покрытием, повышающим долговечность, возможностью быстрого построечного изготовления и легкостью.

Целью работы является подбор оптимального сечения балки из тонкостенного стального оцинкованного профиля холодного деформирования для конструкции перекрытия пролетом 6 м в соответствии с [1, 2, 3].

Задачи исследования:

1. Конструирование эффективного сечения балок из легкого тонкостенного холодногнутого профиля.
2. Расчет балок согласно отечественной нормативной литературе [1].
3. Сравнительный анализ результатов, полученных в ходе расчетов.
4. Обоснование целесообразности применения данной балки.

Исследуется балка составного сечения, состоящего из двух С-образных профилей, соединенных между собой профилированными листами [3], представленная на рисунке 1.



*Рис. 1. Сечение балки брутто и редуцированное сечение балки*

Расчет осуществляется для балок перекрытия пролетом 6 м. Вычисляется шаг балок при разных геометрических характеристиках сечений балок и классах стали тонкостенного профиля. Высота балки перекрытий варьируется от

250 мм до 450 мм с градацией 50 мм. Полка балок принимается из С-образного профиля по ТУ 1121-001-13830080-2003 из стали марки 250 и 280 по ГОСТ Р 52246-2016, стенка из профилированного листа – по ГОСТ 24045-2016.

При расчете учитываются особенности работы конструкций из холодногнутого тонкостенных стальных профилей. Производится редуцирование части сечения, теряющего местную устойчивость. Редуцированное сечение представлено на рисунке 1.

С помощью программного комплекса «Excel» разработана программа, которая позволяет ускорить расчет данной балки. Для проверки правильности вычислений используется программный комплекс «Scad». Напряжения, возникающие в расчетной модели, представлены на рисунке 2.

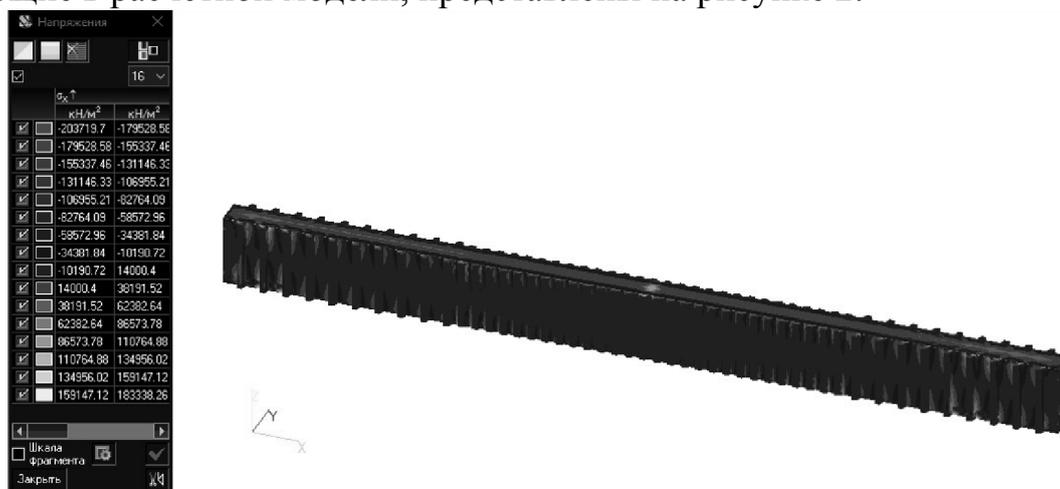


Рис. 2. Напряжения в расчетной модели балки

После проверки сечения балок по 1 и 2 группам предельных состояний производится расчет металлоемкости и сравнительный анализ. Выбирается балка с меньшим расходом стали на 1 м<sup>2</sup> перекрытия здания. Наиболее эффективной по металлоемкости для перекрытия офисного здания получилась балка высотой 450 мм с шагом 2,0 м.

1. СП 260.1325800.2016. Свод правил. Конструкции стальные тонкостенные из холодногнутого оцинкованных профилей и гофрированных листов.- Официальное издание. – Москва : Стандартинформ, 2015. – 116с.

2. Казакова, И. С. Легкие стальные тонкостенные конструкции: проектирование и расчет : учебное пособие / И. С. Казакова ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Вологодский государственный университет. – Вологда : ВоГУ, 2020. – 117 с. : ил.

3. Казакова, И. С., Каберов, Д. А. Балка составного сечения из тонкостенных оцинкованных профилей. патент №192781 (Российская федерация), МПК E 04B 1/24(2006.01), E04C 3/07(2006.01), заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодский государственный университет» (ВоГУ). – № 2019117148; заявл. 03.06.2019 г.; опубл. 10.01.2019 г.

## ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТАЛЬНЫХ РАМ ПОВЫШЕННОЙ ПЕРЕМЕННОСТИ РИГЕЛЯ

*А.В. Чечурина*

*А.И. Колесов, научный руководитель, канд. техн. наук, профессор*  
Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет  
г. Нижний Новгород

Приведены результаты расчетов на деформированных расчетных схемах (КЭ-моделей) НДС 4-х вариантов поперечной рамы переменного сечения. При установлении расчетных длин колонн и ригеля и соответствующих коэффициентов  $\langle \mu \rangle$  для оценки НДС элементов рамы по устойчивости были построены графики деформированной оси.

Здесь наибольший интерес имеют графики деформационной оси ригеля при применении стали марок С245 и С345. Рассмотрен ригель равномерной и повышенной переменности сечений по длине пролета.

Как следует из графиков деформированной оси ригеля, практически во всех рассмотренных вариантах имеют место две точки перегиба и три участка расчетных длин: от карнизного узла до первой точки перегиба, между двумя точками перегиба и от второй точки перегиба до конькового узла рамы. И только в двух графиках перемещений (графики ригелей повышенной переменности при несимметричном нагружении из сталей С245 и С345) два участка расчетных длин: от карнизного узла до первой точки перегиба и между двумя точками перегиба.

При этом участок наибольшей длины всегда формировался между двумя точками перегиба деформированной оси. Он и принимался во всех вариантах за расчетную длину при оценке НДС ригеля.

В существующей литературе для ригелей рассматриваемых рам с жесткими верхними узлами (коньковый узел тоже рассматривается как жесткий, но с вероятной податливостью по вертикали при симметричном нагружении и одновременно по горизонтали при несимметричном нагружении) нет анализа расчетных длин участков ригеля.

Поэтому для проверки стабильности (надежности) положения точек перегибов деформационной оси ригеля в пролете и, следовательно, для правильной оценки НДС ригеля были использованы результаты исследований Д.Т. Райта о возможности или отсутствии прищелкивания жестких узлов в сетчатых оболочках [1, с. 146].

Как следует из указанного исследования, прищелкивание жестких узлов в сетчатых однослойных оболочках не будет при выполнении условия:

$$a^2 / R \times i < 9, \quad (1)$$

где  $a$  – расчетная длина стержня;  $R$  – радиус кривизны оболочки;  $i$  – радиус инерции поперечного сечения стержня.

Если применить эту формулу для деформирования ригеля рамы переменного сечения по длине пролета, то за расчетную участка ригеля  $\langle a \rangle$  принимаем расстояние между точками перегиба.

– радиус кривизны деформированной оси в сечении  $\langle i \rangle$ ;

$$R_i = EY_{x,i} / M_{x,i} \quad (2)$$

– радиус инерции поперечного сечения ригеля в сечении  $\langle i \rangle$ .

$$i_x = \sqrt{Y_{x,i} / A_i} \quad (3)$$

Результаты вычислений по формуле  $a^2 / R \times i$  представлены в таблице.

Таблица

## Вычисления на прищелкивание

Сечение $\langle i \rangle$ на ригеле	$M_{x,i}$ кНм	$Y_{x,i}$ см <sup>4</sup>	$A_i$ см <sup>2</sup>	$i_x$ см	$a$ – расчетная длина между точками перегиба, м	$\frac{a^2}{R \times i}$	$\langle 9$
Вариант 1: из стали С245 рама равномерной переменности сечения колонн и ригелей							
1-1	2267,1	573810	259,2	47,05	1028,6	0,43	$\ll 9$
2-2	489,54	195661	205,0	30,89	1028,6	0,42	$\ll 9$
3-3	222,56	25277,6	151,2	12,93	1028,6	3,50	$\langle 9$
Вариант 2: из стали С245 рама равномерной переменности сечения колонн и повышенной переменности сечения ригелей							
4-4	276,51	25277,6	151,2	12,93	1177,7	5,70	$\langle 9$
6-6	225,1	25277,6	151,2	12,93	1177,7	4,64	$\langle 9$
6-6*	225,1	25277,6	151,2	12,93	1760,0	10,36	$> 9$
Вариант 3: из стали С345 рама равномерной переменности сечения колонн и ригелей							
1-1	2231,5	469022	247,2	43,56	1415,1	1,06	$\ll 9$
2-2	480	167470	199,2	29,00	1415,1	0,96	$\ll 9$
3-3	226,1	25277,6	151,2	12,93	1415,1	6,72	$\langle 9$
Вариант 4: из стали С345 рама равномерной переменности сечения колонн и повышенной переменности сечения ригелей							
4-4	310,23	25277,6	151,2	12,93	1000,8	4,62	$\langle 9$
6-6	180,997	25277,6	151,2	12,93	1000,8	2,69	$\langle 9$
6-6*	180,997	25277,6	151,2	12,93	1760,0	8,33	$\langle 9$
В вариантах * за расчетную длину $\langle a \rangle$ взята геометрическая длина							

Выводы:

1. В рассмотренных вариантах рам условие  $a^2 / R \times i < 9$  стабильности положения точек перегибов деформированной оси ригеля выполняется без «прищёлкивания» конькового узла. Кроме сечения 6-6\* варианта 2 (табл.), в котором за расчетную длину ригеля  $\langle a \rangle$  была принята геометрическая длина половины ригеля рамы, не учитывающая точки перегибов деформированной оси, что маловероятно при жестких карнизном и коньковом узлах.

2. Можно ожидать, что стабильность положения точек перегибов и расчетных длин между ними в каждом варианте обеспечивает надежный расчет НДС при учете деформированной оси ригеля.

1. Трущев, А. Г. Пространственные металлические конструкции: Учеб. Пособие для вузов. – Москва : Стройиздат, 1983. – 215 с.

## **МИРОВОЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УСИЛЕНИЯ МОСТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

*Ю.С. Шатенёвская*

*И.Н. Старишко, научный руководитель, канд. техн. наук  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

В настоящее время из-за длительной эксплуатации мостовых сооружений, постоянно возрастающей временной нагрузки от транспортных средств, атмосферных воздействий в России около 80 % мостов требуют ремонта, реконструкции или полной замены. Решить проблему без новых технологий и строительных материалов невозможно.

Активное использование композитных материалов, в частности фиброармированных пластиков (ФАП), за рубежом началось во время Второй мировой войны. В автомобильной промышленности США ещё в 1950-е годы ФАП применялись для изготовления отдельных частей и узлов машин. Аэрокосмическая отрасль использовала легкие и высокопрочные композиты, менее подверженные сплошному разрушению, чем традиционный материал. Широкое применение эти материалы нашли в оборонной промышленности.

Однако только в 1980-х годах композитные материалы находят применение в строительстве. Бурная автомобилизация и строительство автомобильных дорог в США привели к массовому строительству железобетонных мостов.

В Японии в 1994 году после обследования нескольких плитных железобетонных мостов определено, что их грузоподъемность не соответствует увеличенной временной нагрузке. Примерно 50 таких мостов были усилены с помощью наклейки полос из углепластика на нижнюю растянутую поверхность плит. Добавленный материал не только увеличил прочность, но и уменьшил прогибы плитных пролетных строений.

Три железобетонных моста равной постройки 1930-х годов вблизи города Грезелов (Германия), находящиеся в неудовлетворительном состоянии, были усилены в 1999 году с использованием полос из стеклопластика. До усиления мосты имели грузоподъемность 2 т, а после оказалось возможным пропустить автомобильную нагрузку массой 16 т. До работ по усилению были проведены лабораторные испытания в техническом университете г. Брауншвейд (Германия).

В России опыт усиления железобетонных пролетных строений и мостов композитными материалами насчитывает около 20 лет. Композитными материалами или ФАП называют стеклянные, арамидные и другие волокна, объединенные полимерной матрицей. По сравнению с металлом они имеют малый собственный вес, неподверженность коррозии, лучшие прочностные и деформативные характеристики. Например, один из видов композитных материалов (углепластик) имеет модуль упругости 230 ГПа и сопротивление растяжению 3500 МПа, а стальная арматура класса А400 – модуль упругости 200 ГПа и расчетное сопротивление растяжению 350 МПа.

В 2000–2001 гг. был осуществлен ремонт и усиление железобетонных конструкций моста через р. Кехта на автодороге М-8. Мост построен в 1966 г., имеет 3 пролета по 14 м, габарит проезжей части 7-8 м. В балках пролетных строений по выпуску 56СДП имелись многочисленные отслоения защитного слоя бетона с обнаружением коррозии арматуры в стойках, потеря сечения стоек достигала 20 %. Усиление балок выполнено путем наклейки углепластиковых накладок из 2 слоев ткани по нижнему поясу балок и хомутов в опорной части. В стойках опор выполнены углепластиковые биндажи шириной 150 мм с шагом 500 мм.

В вопросах по совершенствованию конструктивных решений по ремонту и усилению опор и пролетных строений данного моста принимала участие и кафедра АД ВоГУ под руководством И.Н. Старишко, доцента, кандидата технических наук.

Весной 2001 г. проведены работы по усилению железобетонных строений и опор путепровода по ул. Шарикоподшиниковой в Москве высокопрочными композитными материалами на основе углеволокон.

В 2017–2018 годах было выполнено усиление Северного моста через р. Ягорба в Череповце путем наклейки углепластиковых лент при усилении опор и пролетных строений.

Нормативный документ на применение усиления железобетонных конструкций с помощью ФАП в нашей стране отсутствовал (до появления СП 164.1325800.2014). Единственным документом в то время являлось «Руководство по усилению железобетонных конструкций композитными материалами», который носил рекомендательный характер. При разработке рекомендаций за основу были приняты положения американских норм АСІ, а также экспериментальные исследования лаборатории железобетонных конструкций и контроля качества НИИЖБ. Однако в указанном СП имеется ряд нерешенных проблем, из-за которых требуется его совершенствование. Например, изложенные методы анкеровки продольных элементов ФАП в растянутой зоне не предотвращают возможный 4 вид разрушения балок от проскальзывания ФАП на приопорных участках, не решены вопросы надежной анкеровки поперечных элементов ФАП, особенно в области вершины наклонных трещин и т.д. Решением этих и других вопросов занимается кафедра АД ВоГУ, где по первой части вопроса (4 вид разрушения) получен патент на изобретение № 2709135 от 16.12.2019.

В результате проведенных исследований установлено, что усиление работы железобетонных конструкций внешним армированием с помощью композитных материалов имеет ряд существенных преимуществ по сравнению с металлом: 1 – существенно снижается собственный вес усиливаемой конструкции; 2 – отсутствует влияние коррозии при длительной эксплуатации; 3 – снижаются трудозатраты в процессе ремонта и реконструкции; 4 – повышается экономический эффект, долговечность, эксплуатационные качества, способствующие решить проблему в мостостроении настоящего времени.

1. Технологический регламент 56631-007-7038666-2009 на производство работ по усилению строительных конструкций композитными материалами системы MBrace.

## ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДА РЕВЕРСИВНО-РЕАГЕНТНОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ СКВАЖИН

*И.Е. Амелишко, А.Ю. Кочергин*

*В.В. Ивашечкин, научный руководитель, д-р техн. наук, профессор  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск*

Одна из важнейших социальных задач – обеспечение населения качественной питьевой водой и создание благоприятных условий проживания. Водозаборные скважины – наиболее распространенный вид водозаборных сооружений для систем водоснабжения городов, сельских населенных пунктов и промышленных предприятий. В ходе их эксплуатации в большинстве случаев наблюдается снижение удельного дебита, обусловленное процессом кольматации. Существует большое разнообразие методов регенерации скважин, но они недостаточно эффективны и нетехнологичны. В связи с этим становится актуальной проблема создания эффективных и простых методов регенерации.

В БНТУ предложена установка для реверсивной импульсно-реагентной регенерации водозаборных скважин, состоящая из компрессора, шлангов и погружного устройства, выполненного в виде двухкамерного пневматического насоса вытеснения [1]. Лабораторные опыты заключались в исследовании эффективности регенерации установкой для реверсивной импульсно-реагентной регенерации водозаборных скважин в двух режимах:

- реверсивная работа установки;
- однонаправленная работа установки.

Схема лабораторной установки представлена на рисунке. Она состоит из устройства для реверсивной обработки 1, в которое засыпается гравийная загрузка 2. С помощью перистальтического насоса 3 проводится регенерация в двух режимах: реверсивном и однонаправленном. Реагент поступает из бака 4. По пьезометрам 5 снимаются показания разности напоров.

Методика эксперимента заключалась в определении и сравнении

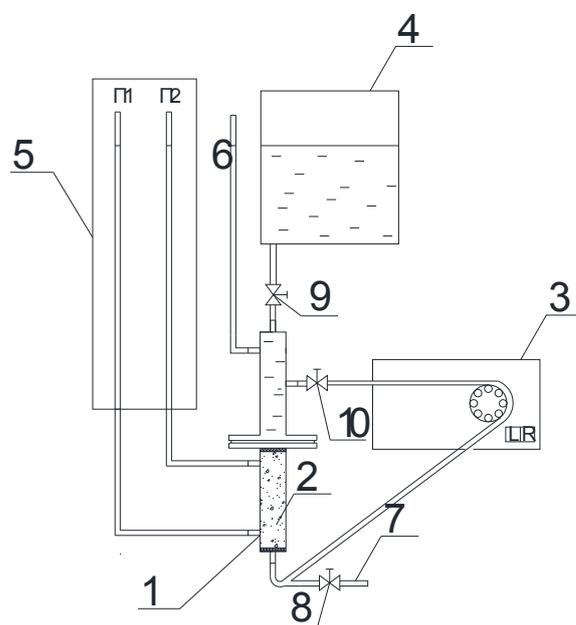


Рис. Схема лабораторной установки:  
1 – устройство для реагентной обработки;  
2 – гравийная загрузка;  
3 – перистальтический насос;  
4 – бак с реагентом;  
5 – щит с пьезометрами;  
6 – трубка для отвода газа;  
7 – сбросная трубка;  
8, 9, 10 – задвижки

времени очистки и коэффициента фильтрации закольматированной загрузки после регенерации двумя режимами: реверсивно-реагентной регенерации (РРР) и однонаправленной реагентной регенерации (ОРР). В качестве реагента использовался раствор – кислотное очищающее средство «Дескам» (ТУ РБ 37430824.001-97), содержащий 10 % HCl. Коэффициент фильтрации  $k_f$  чистой загрузки составил 0,26. Коэффициент фильтрации закольматированной загрузки составил 0,01.

#### **Режим реверсивно-реагентной регенерации (РРР)**

Закольматированную загрузку засыпают в модель устройства 1. Далее из бака 3 реагент заполняет все устройство. После перестальтический насос качает реагент через закольматированную загрузку в одну сторону 60 секунд, далее происходит переключение насоса, и реагент движется в обратную сторону 60 секунд. Это составляет один цикл очистки. На 13 цикле (через 26 минут) коэффициент фильтрации закольматированной загрузки достиг показателей коэффициента фильтрации чистой загрузки и составил 0,26.

#### **Режим однонаправленной реагентной регенерации (ОРР)**

Закольматированную загрузку засыпают в модель устройства 1. Далее из бака 3 реагент заполняет все устройство. После перестальтический насос качает реагент через закольматированную загрузку в одну сторону 120 секунд (направление движения реагента не меняется на протяжении всей регенерации). Это составляет один цикл очистки. На 16 цикле (через 32 минуты) коэффициент фильтрации закольматированной загрузки достиг показателя 0,15. Данные показали нецелесообразность проведения дальнейшей регенерации в режиме однонаправленного движения, т.к. этот режим явно уступает режиму реверсивного движения реагента.

Анализ данных лабораторных исследований показал, что применение режима реверсивно-реагентной регенерации значительно сокращает время очистки закольматированной загрузки в сравнении с режимом однонаправленной реагентной регенерации. Это может быть связано с тем, что при однонаправленном движении реагента в закольматированной загрузке образуются каналы, по которым реагент проходит и медленней проникает в толщу кольматанта. При реверсивном методе каналы меняют свою форму после каждой смены направления движения реагента, что позволяет быстрее произвести очистку всей закольматированной загрузки.

1. Амелишко, И. Е. Реверсивная импульсно-реагентная обработка скважин на воду / И. Е. Амелишко, В. В. Ивашечкин [и др.]. – Текст: непосредственный // Современные тенденции в развитии водоснабжения и водоотведения: материалы международной конференции, посвященной 145-летию УП «Минскводоканал» / УО «Белорусский государственный технологический университет». – Минск : БГТУ, 2019. – С. 13–16.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СТАНЦИИ ОЧИСТКИ ЛИВНЕВОГО СТОКА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

*А.С. Амросов*

*А.Г. Гудков, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Большое количество систем и сооружений очистки сточных вод населенных мест и промышленных объектов были запроектированы (или переоборудованы) по требованиям устаревших нормативных документов, поэтому в настоящее время в случае выполнения работ по их реконструкции требуется проведение научно обоснованных расчетов для определения пропускной способности.

Целью данной работы является исследование фактической производительности очистной станции ливневых стоков машиностроительного предприятия г. Вологды, сравнение ее с проектной, а также оценка полученных результатов. Поскольку регулярные наблюдения за расходом поступающих сточных вод на станции не производятся, для определения производительности был выбран метод проверочного экспертного расчета по нормативным методикам [1, 2].

Исследования производились в четыре этапа. На первом этапе, по плану ливневой канализации машиностроительного предприятия, составленному в 2012 году, была определена площадь всей территории (примерно 93 га). Данная территория состоит из следующих частей: кровли производственных зданий, асфальтобетонное покрытие проездов, водонепроницаемое покрытие мест разгрузки и газоны. Площадь кровли зданий составила 32,33 га, асфальтобетонного покрытия – 20,38 га, газонов – 39,16 га и водонепроницаемых покрытий – 1,77 га.

Во втором этапе производился расчет годового поверхностного стока, состоящего из дождевых, талых и поливочных вод. По качественному составу поверхностных сточных вод машиностроительное предприятие относится к т.н. первой группе [1], отсюда следует, что не менее 70 % годового объема дождевого стока с его территории должно быть направлено на очистку. По данным научно-прикладного справочника по климату была построена кривая зависимости принимаемого на очистку слоя жидких осадков за год от величины максимального суточного слоя дождя, принимаемого на очистку в полном объеме. По построенному графику найден слой дождя, равный 5,6 мм, затем определен годовой объем дождевого стока, отводимого на очистку, равный 185 875 м<sup>3</sup>.

Определить объем талых вод возможно по трем способам [2]: 1) исходя из запаса воды в снежном покрове; 2) исходя из средней высоты снежного покрова; 3) исходя из заданной обеспеченности для климатического района.

Для расчета был принят последний способ, так как многолетние климатические наблюдения за снежным покровом на предприятии отсутствуют. В зимний период снег убирается с асфальтобетонных и водонепроницаемых покрытий, но не увозится, поэтому коэффициент, учитывающий частичный вывоз и уборку снега, был принят 0,65. Годовой объем талого стока составил 69 448 м<sup>3</sup>.

На территории предприятия в летний период производится механизированная мойка проездов, среднее количество моек в год составляет 100. Объем поливомоечных стоков за год составляет 15 285 м<sup>3</sup>. В итоге общий годовой объем всех поверхностных сточных вод оказался равен 270 608 м<sup>3</sup>.

На третьем этапе производился расчет производительности очистной станции поверхностного стока. Очистная станция относится к накопительному типу. При сравнении рассчитанных расходов дождевого и талого стока, было выбрано максимальное значение по талому стоку, в итоге необходимая производительность очистной станции составила 79 л/с.

На четвертом этапе произведен расчет объема аккумулирующего резервуара в составе очистной станции, который составил 4200 м<sup>3</sup>.

По результатам проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Документальная производительность очистной станции ливневого стока машиностроительного предприятия является избыточной и завышенной по сравнению с расчетными значениями примерно в 3,5 раза.

2. Максимальный суточный поверхностный сток обеспечивают талые сточные воды при сравнимых объемах талого и дождевого стока.

3. Резервуары-накопители имеют недостаточный для суточного аккумулирования объем, требуется увеличение в два раза.

4. Расположение камеры с разделительным водосливом, которая регулирует подачу стоков на ОС, не соответствует типовым схемам станций накопительного типа. Требуется перенос камеры после решеток и песколовков к резервуарам.

5. В дальнейшей работе планируется провести проверку соответствия расчетной и фактической производительности каждой очистной установки, а также проверить параметры разделительного водослива.

1. СП 32.13300.2018. Свод правил. Канализация. Наружные сети и сооружения [Электронный ресурс]: актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85. – Введ. 26.06.2019 // Техэксперт: инф.-справ. система / Консорциум «Кодекс».

2. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты. Дополнение к СП 32.13330.2012 «Канализация. Наружные сети и сооружения» (актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85). – Москва : ОАО «НИИ ВОДГЕО», 2014. – 89 с.

## ПРИМЕНЕНИЕ ДИАФРАГМ В ТРУБОПРОВОДНОЙ ЗАПОРНОЙ И РЕГУЛИРУЮЩЕЙ АРМАТУРЕ

**А.И. Андреев**

**А.П. Перекрестов**, научный руководитель, канд. техн. наук, профессор  
Астраханский государственный технический университет  
г. Астрахань

Для регулирования расхода жидкости до потребителя от поставщика в таких системах, как теплоснабжение или водоснабжение, необходимо использование запорной и регулирующей арматуры с целью управления движения и расхода жидкости. В существующем оборудовании исполнительный механизм чаще всего построен на основе дискового, игольчатого или шарикового механизма.

С целью увеличения эффективности, т.е. диапазона регулирования и скорости срабатывания, в трубопроводной арматуре были применены различные конструктивные решения.

Одним из наиболее существенных решений было применение диафрагм в качестве пропускного устройства. За основу разработки взят прототип (патент РФ № 2109192), изображенный на рисунке 1 (приведён из патента).

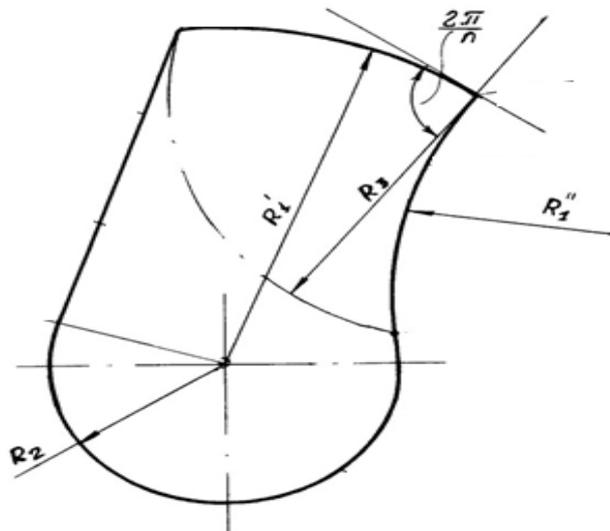


Рис. 1. Элементы запорного устройства (прототипа)

В данном устройстве были применены фигурные элементы с следующими соотношениями радиусов [1]:

$$R1=R1'=R1''=\frac{R2}{2\sin\frac{\pi}{n}-1},$$

$$R3=\sqrt{2} R1 \left(1 - \sin\frac{\pi}{n} - 1\right)^{0,5}.$$

Для создания устройства подходящего всем установленным требованиям были изменены фигурные элементы за счёт увеличения радиусов кривизны элемента диафрагмы. Кроме того, применена система двух взаимно синхронных групп элементов, образующих диафрагму сложного принципа действия [2].

На рисунке 2 представлено разработанное устройство.

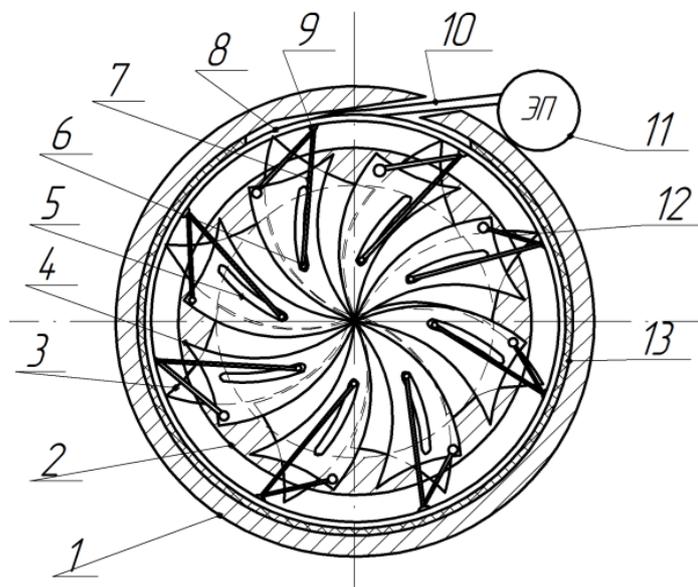


Рис. 2. Запорный клапан:

- 1 – корпус; 2 – канал рабочей среды; 3 – элементы первой группы;  
 4 – элементы второй группы; 5 – выемки синхронизации групп;  
 6 – выступы второй группы; 7 – тяги для синхронизации групп;  
 8 – кольцевой вал; 9 – соединение вала с тягами; 10 – главный вал привода;  
 11 – электродвигатель; 12 – тяги совместной работы;  
 13 – направляющая кольцевого вала

Применение нескольких групп диафрагм в совместной работе позволяет повысить скорость срабатывания клапана, уменьшая его инерционность, что позволяет снизить его интервал срабатывания. Более того, совместная работа двух групп элементов увеличивает диапазон регулирования.

Можно сказать, что применение диафрагм для запорной и регулирующей арматуры позволяет качественно увеличить технические возможности трубопроводной арматуры. Особенно это важно для тепло- и газоснабжения, так как потеря массы в трубопроводе при аварийной ситуации сопряжена также и с

потерями тепла, что приводит к увеличенным расходам на ликвидацию и высоким убыткам.

Для управления работой диафрагмы в прототипе и спроектированном аппарате применим различные виды приводов. Однако наиболее приемлемым окажется применение электроприводов с их сопряжением с цифровой техникой.

В настоящее время проводится изыскания для сопряжения клапанов диафрагменного типа в единый блок с управлением, позволяющим управлять открытием и закрытием клапана с переносного ПК (планшета, смартфона) у персонала управления и контроля системы.

Кроме того, имеется возможность использования магнитного привода, уменьшающего износ деталей передачи управляющего воздействия.

1. Патент РФ № 2109192, Запорный клапан. Кузьмин Александр Леонидович, Шатохин Игорь Михайлович 1996 г.

2. Патент РФ № 190450 «Запорное устройство» авторы Перекрестов А.П., Андреев А.И. 01.07. 2019 г., Бюл. № 19

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ САМОПРОИЗВОЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

*П.А. Виноградов*

*Н.Г. Баширов, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В реальности все процессы осуществляются не равновесно, когда всегда происходит диссипация (рассеяние энергии, т.е. потеря работоспособности системы – например, тепловой установки), а существующая равновесная термодинамика не может в принципе описать самопроизвольные неравновесные процессы.

Причина в том, что классическая термодинамика описывает диссипацию энергии только как увеличение энтропии. Однако расчет прироста энтропии в реальном времени невозможен по следующим причинам:

1. Энтропия как функция состояния определена лишь для равновесного состояния.

2. В термодинамике нет функций состояния, характеризующих любую величину неравновесности системы.

3. Самый важный параметр неравновесных процессов – время – не входит в термодинамические уравнения равновесной термодинамики.

В связи с вышесказанным можно поставить следующую цель: по литературным источникам проанализировать работоспособность в введенных собственных функций состояния неравновесного самопроизвольного процесса.

Нами проанализированы работы основоположников термодинамики К.А. Путилова, В.А. Эткина, М.А. Леонтовича, Л. Онзагера и И.Р. Пригожина.

Данный анализ показывает, что эти авторы, вводя такие новые энергетические параметры неравновесного состояния и процесса, как полный термодинамический потенциал, потенциальная функция состояния, воображаемое дополнительное поле и энтропийная диссипация, непроизвольно отмечают, что диссипация энергии в неравновесном процессе имеет, по меньшей мере, две составляющие. Первая составляющая – это энтропийная диссипация по Онсагеру, когда работоспособная энергия превращается в тепловую энергию и рассеивается. Как предполагает К.А. Путилов, существует и вторая составляющая диссипации энергии при неравновесных процессах, которую совершает система, так называемая неиспользуемая работа. Доказательством этой теории может служить пример теплопередачи через стенку здания – при стационарном процессе рост энтропии (или диссипируемой энергии) меньше энергии, проводимой всей стенкой. Но основным недостатком данных теорий является то, что они не содержат параметра времени, а следовательно, не рассматривают неравновесный процесс.

Неравновесный процесс сравнивается энергетически с равновесным по работоспособности процессов при переходе до равновесия системы: работа равновесного перехода больше неравновесного. Задача заключается в нахождении теоретически и экспериментально функции состояния самопроизвольного неравновесного состояния [1]. В данной работе были определены следующие функции состояния. Первый параметр – это собственная функция тела  $\Phi$ , которая определяет любое неравновесное состояние тела и его изменение – это количество энергии, диссипированное на неиспользуемую работу до установления равновесия  $\Delta\Phi$ . Вторым параметром – собственное время системы, которое находится от данного состояния до установления равновесия  $\tau$ . В данной работе получены основные постулаты энергетического способа описания неравновесного самопроизвольного процесса [1]:

$$F(\Phi(\tau, \Phi^{(1)}, \Phi^{(2)}, \dots, \Phi^{(n)})) = 0.$$

В уравнении производная (n+1) порядка должна быть постоянной величиной:

$$\Phi^{(n+1)} = \text{const}.$$

Для решения используем соотношение между последовательными производными:

$$\Phi^{(n)} \cdot d\Phi^{(n)} = \Phi^{(n+1)} \cdot d\Phi^{(n-1)}.$$

Также нами было последовательно выведено уравнение, описывающее реальную траекторию неравновесного процесса:

$$\Phi(\tau) = \frac{\Phi^{(n+1)}}{(n+1)!} \cdot \tau^{n+1},$$

где  $n$  – порядок диссипативности неравновесности процесса (сложность протекания процесса).

В качестве практического подтверждения данной теории был рассмотрен эксперимент с затухающим вращением вентилятора с точки зрения неравновесной термодинамики. Был построен график торможения вентилятора, а также определена доля энергии, идущая на неиспользуемую работу  $\alpha$  :

$$\begin{aligned} \alpha \cdot A_{\max} &= A_{\max} - \beta \cdot A_{\max}, \\ \alpha \cdot A_{\max} &= A_{\max} - \frac{1}{\Delta\tau} \int_0^{\tau} 2 \cdot A_{\max} (\tau\tau) d\tau = A_{\max} - \frac{2 \cdot \frac{A_{\max}^{(n+1)}}{(n+1)!}}{\Delta\tau} \int_0^{\tau} \tau^{n+1} d\tau = A_{\max} - \frac{2}{\tau} \cdot \frac{A_{\max}^{(n+1)}}{(n+1)!} \frac{\tau^{n+2}}{n+2} = \\ &= A_{\max} - 2 \cdot \frac{A_{\max}^{(n+1)}}{(n+1)!} \frac{\tau^{n+1}}{n+2} = A_{\max} - 2 \cdot \frac{A_{\max}}{n+2}, \\ \alpha &= 1 - \frac{2}{n+2} = \frac{n+2-2}{n+2} = \frac{n}{n+2}, \quad \alpha = \frac{n}{n+2}. \end{aligned}$$

где  $\beta$  – количество энтропийной составляющей диссипируемой энергии.

Также в данной работе показан аналитический вывод уравнения движения по циклоиде брахистохрона, который имеет коэффициент диссипативности, равный трем. Третий пример приведен по определению коэффициента трения термодинамическим методом неравновесного самопроизвольного процесса, что может обобщить многие экспериментальные уравнения.

Отсюда можно сделать вывод, что данная теория термодинамики неравновесного состояния может предсказать существование термодинамических постоянных, характеризующих свойства вещества и материалов.

1. Маслов, В. Н. Алгоритм открытий. – Москва : «ИРИС-ГРУПП», 2011. – 300 с.

## ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ НОРМАТИВОВ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ

*С.Ш. Вьюгинова*

*А.Н. Тянин, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В современных жилых зданиях с появлением приборов учета воды и улучшением степени благоустройства, нормативы потребления коммунальных услуг могут не соответствовать реальному водопотреблению.

Норматив потребления коммунальных услуг – это тот объем коммунальных ресурсов, который средний гражданин использует за месяц. Норматив применяется при начислении платы за коммунальные услуги, если нет счетчиков.

При определении нормативов потребления коммунальных услуг учитывают технические и эксплуатационные параметры многоквартирных жилых домов, в том числе:

- для холодного и горячего водоснабжения – количество этажей, изношенность коммуникаций и оборудования, вид системы теплоснабжения (открытая или закрытая);

- для водоотведения – износ внутридомовых инженерных коммуникаций и оборудования [1].

Для сбора данных и проведения исследования были выбраны в Вологде десять многоквартирных домов с централизованным холодным и горячим водоснабжением, водоотведением, оборудованных унитазами, раковинами, мойками, ваннами длиной 1500–1550 мм с душем. Дома высотой 10–11 этажей, с износом 10–20 % и общим фактическим количеством проживающих жителей 2873 чел.

Исходными данными для проведения статистического анализа и расчетов послужили показания квартирных водосчетчиков жильцов по холодной и горячей воде, а также показания общедомовых приборов учета за восемь месяцев с июня 2019 года по январь 2020 года.

По данным ООО МУП ЖКХ «Вологодагорводоканал» норматив водопотребления и водоотведения населения Вологды для многоквартирных домов на протяжении последних 30 лет составляет  $8,208 \text{ м}^3$  на 1 человека в месяц.

Результаты обработки собранных данных по водопотреблению и водоотведению представлены на рисунке 1. График отражает незначительное колебание удельного водопотребления и водоотведения ( $q$ ) по месяцам за период наблюдений.

Анализ водопотребления в жилых зданиях (при наличии квартирных счетчиков воды) показал, что реальное потребление значительно ниже уста-

новленного по нормативу (рис. 2). Расхождение проанализированных показателей доходит до 37 %.

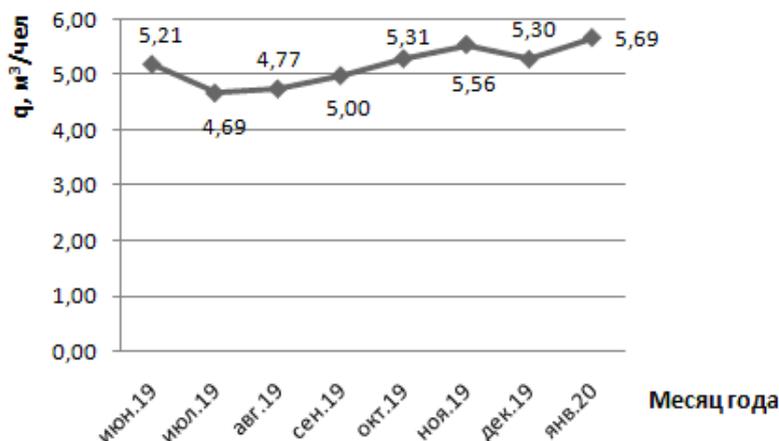


Рис. 1. Удельное водопотребление и водоотведение ( $q$ ) населения по показаниям квартирных водосчетчиков

Таким образом, нами подтверждена необходимость пересмотра норм потребления коммунальных услуг в связи с тем, что потребители (физические лица), у которых не установлены приборы учета воды, рассчитываются по завышенным нормам водопотребления и водоотведения, утвержденным еще в 2003 году [2].

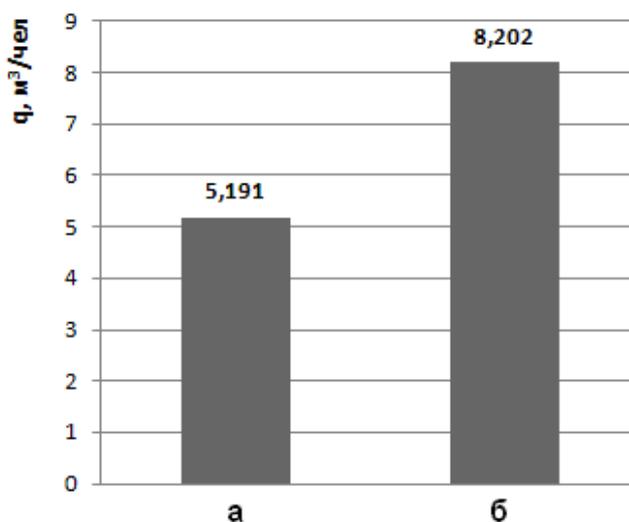


Рис. 2. Удельное водопотребление и водоотведение ( $q$ ) по показаниям водосчетчиков жильцов (а) и действующий норматив (б)

Пересмотр норм коммунальных услуг является одной из актуальных задач в настоящее время, так как регионы РФ до 1 января 2021 года должны перейти на единые тарифы коммунальных услуг, что позволит сэкономить водные ресурсы и более качественно очищать хозяйственно-бытовые сточные воды.

1. Кулаков, Г. Г. Статистическое исследование водопотребления городским жилищно-коммунальным комплексом / Г. Г. Кулаков // Экономика, статистика, информатика – 2010. – № 6. – С. 186–189.

2. Гутарова, М. Ю. Исследование реального водопотребления в жилищном фонде / М. Ю. Гутарова, В. Е. Окрушко // Вестник – 2010. – № 3. – С. 208–213.

## АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД КОМПРЕССИОННОЙ ФЛОТАЦИЕЙ

*А.П. Киценко*

*Е.В. Алексеев, научный руководитель, д-р техн. наук*  
Национальный исследовательский Московский государственный  
строительный университет  
г. Москва

Флотационный метод очистки сточных вод широко применяется на промышленных предприятиях разного рода деятельности. Такой метод очистки очень эффективен, если требуется очистить воду до показателей, допустимых для сброса очищенной воды в централизованную систему водоотведения.

В ходе проведения исследований была выполнена работа по анализу эффективности работы компрессионных флотаторов с разными конструктивными решениями.

Предметом анализа являлись два компрессионных флотатора, применяемые для очистки сточных вод на промышленных предприятиях по изготовлению пищевой продукции. Процесс очистки сточных вод на предприятиях выполняется по следующей технологической схеме (рис. 1). Основой процесса является сооружение компрессионной флотации.

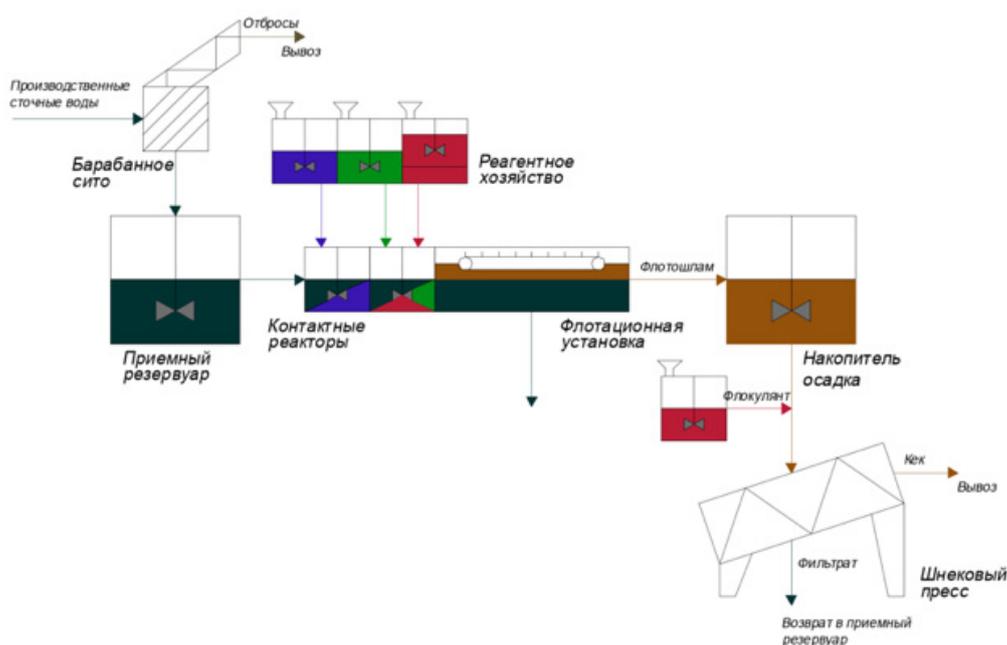


Рис. 1. Технологическая схема очистки сточных вод предприятия пищевой промышленности

Получение диспергированной газовой фазы компрессионных флотаторов происходит по средству выделения газа из раствора. Разница между эксплуатируемыми флотаторами заключается в наличии в одном из них тонкослойных модулей. На рисунке 2 представлена схема двух флотационных установок.

В связи с тем, что характер загрязнений сточных вод для первого объекта обусловлен высокими концентрациями жиров и ПАВ, установка тонкослойных модулей не требуется.

Сточные воды второго промышленного предприятия характеризуются высокими концентрациями взвешенных веществ, жиров и ПАВ. Поэтому для очистки сточных вод такого вида загрязнений применяются компрессорные флотаторы с тонкослойными модулями

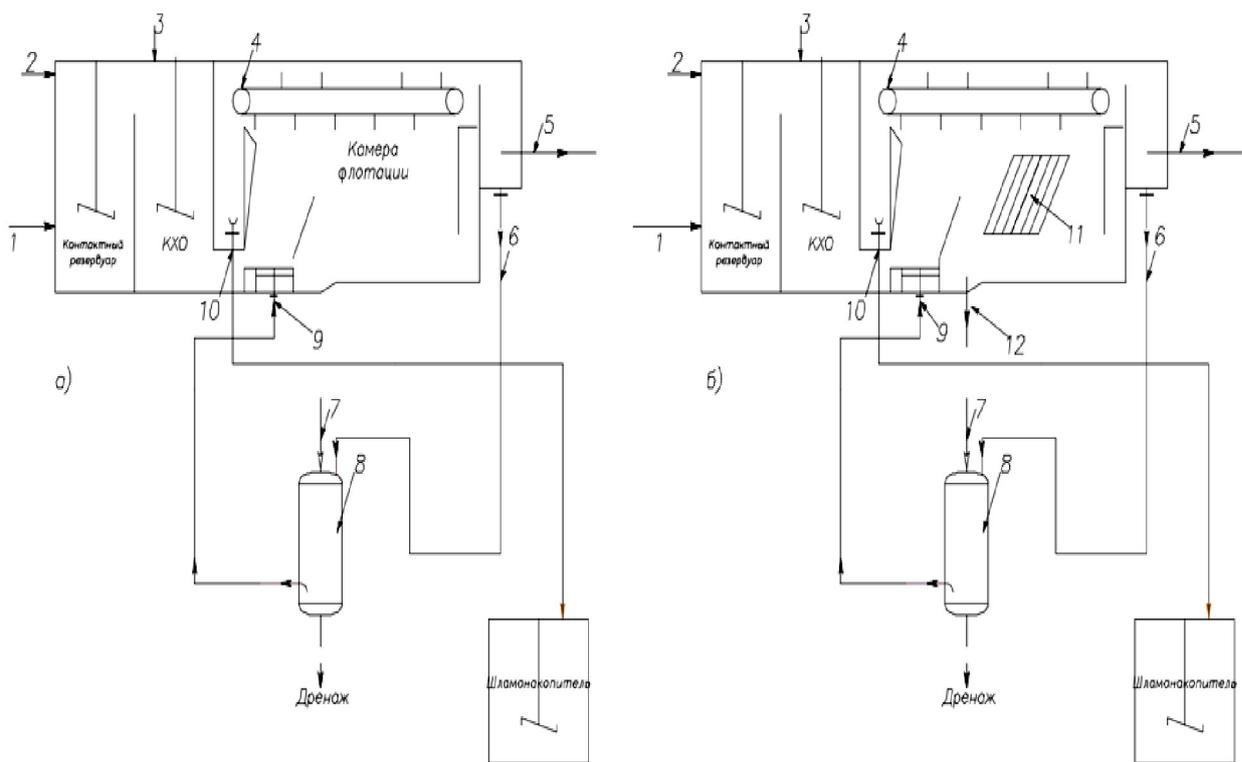


Рис. 2. Компрессионный флотатор: а) – без тонкослойных модулей; б) – с тонкослойными модулями: 1 – подача сточных вод; 2 – дозирование коагулянта; 3 – дозирование флокулянта; 4 – скребковый механизм; 5 – отвод очищенной воды; 6 – циркуляционная вода; 7 – подача сжатого воздуха; 8 – напорный бак; 9 – подача водовоздушной смеси в камеру флотации; 10 – отвод флотошлама; 11 – система тонкослойных модулей; 12 – система отвода шлама.

Основным отличием данного флотатора является необходимость постоянного удаления скопившегося осадка на дне камеры флотации.

Эффективность очистки сточных вод флотаторами оценивалась по показателям «взвешенные вещества», «жиры», «ПАВ», «ХПК» и «БПК<sub>5</sub>». Сопоставление показателей эффективности работы флотаторов представлено в таблице.

Таблица

**Показатели эффективности работы флотаторов**

Тип флотатора	Исследуемые показатели				
	Взвеш. вещ-ва, мг/л	БПК <sub>5</sub> , мг/л	ХПК, мг/л	ПАВ, мг/л	Жиры, мг/л
	Вход-выход/эфф. очистки				
Без тонкослойного модуля	389-3 99 %	600-550 8 %	1130-990 12 %	3,2-0,5 84 %	45-1,2 97 %
С тонкослойным модулем	550-3 99 %	700-630 10 %	1400-1200 14 %	2,67-0,65 76 %	37-2 95 %

Анализ показателей эффективности работы флотаторов показывает, что установка тонкослойных модулей во флотаторе способствует эффективному удалению ВВ из воды. Также отмечается высокая эффективность удаления ПАВ во флотаторе, который не оснащен тонкослойными модулями.

### ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ ЧАСТНОГО ДОМА

*А.С. Комин*

*В.М. Механиков, научный руководитель, доцент  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

В современных проектах жилых, общественных и промышленных зданий все чаще применяются наиболее экономичные системы отопления, которые позволяют более эффективно потреблять энергоресурсы.

Одним из методов экономии энергоресурсов и повышения энергоэффективности систем отопления является снижение температуры теплоносителя. Поэтому в своей работе я решил рассмотреть современные низкотемпературные системы отопления, а именно систему отопления «Теплый пол», систему отопления «Теплый плинтус» и систему отопления с внутривольными конвекторами. Ключевая особенность этих систем заключается в температуре теплоносителя, не превышающей 50–55 °С. Главным достоинством низкотемпературных систем, на мой взгляд, является равномерный и комфортный прогрев воздуха в помещении, следовательно, создается более высокий уровень температурного комфорта.

В ходе работ я поставил перед собой цель – произвести технико-экономическое сравнение низкотемпературных систем отопления, чтобы выяснить, какая система является наиболее выгодной, учитывая технологию устройства и трудозатраты. Главными задачами исследования стали теплотехнические расчеты конструкций, соответствующие расчеты рассматриваемых систем отопления и их сравнение.

В качестве объекта исследования был взят частный дом, расположенный в городе Вологде. Конструкция здания – монолитный железобетонный каркас. Наружные стены – из пенобетонных блоков. Толщина теплоизоляционного слоя пеноплекса составляет 100 мм. Перекрытия железобетонные, толщина – 150 мм, толщина утеплителя – 100 мм, цементной стяжки – 50 мм.

Для того чтобы произвести технико-экономическое сравнение, необходимо рассчитать рассматриваемые системы отопления, составить техкарты. Для этого требуется определить тепловую нагрузку на систему отопления. Перед этим производится теплотехнический расчет наружной многослойной стены, конструкции пола и световых проемов в соответствии с климатическими данными района [1] по методике из Справочного пособия «Теплопотери здания» [2].

По расчетам, в соответствии с климатическими данными [1] и конструкцией ограждения, представленной на рисунке 1, общее фактическое сопротивление наружной многослойной стены составило  $R_0 = 3,6 \frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bm}$ , коэффициент теплопередачи  $k_0 = 0,27 \frac{Bm}{M^2 \cdot ^\circ C}$ .

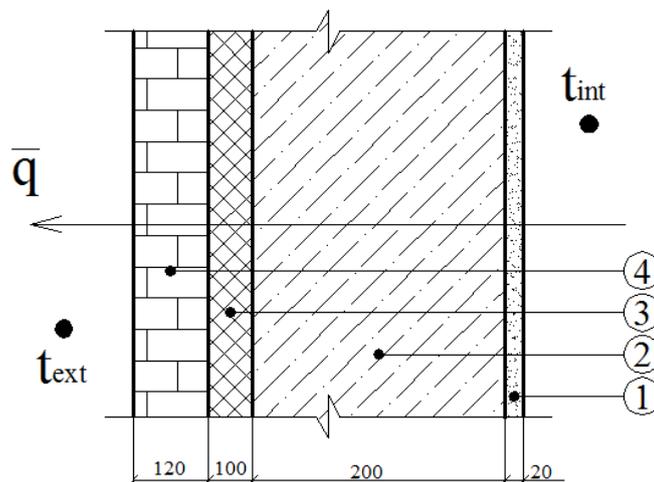


Рис. 1. Конструкция наружной многослойной стены

Для конструкции пола, представленной на рисунке 2, общее фактическое сопротивление составило  $R_0 = 5,1 \frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bm}$ , коэффициент теплопередачи  $k_0 = 0,2 \frac{Bm}{M^2 \cdot ^\circ C}$ .

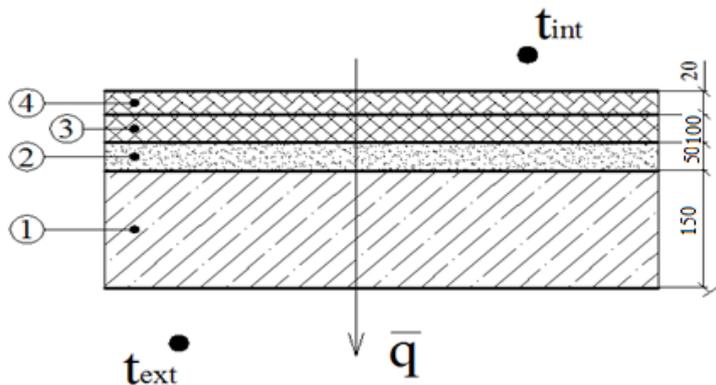


Рис. 2. Конструкция пола

По результатам теплотехнических расчетов окон двойного остекления  $R_w^r = 0,50 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bm}$ , коэффициент теплопередачи  $k_w^r = 2,0 \frac{Bm}{m^2 \cdot ^\circ C}$ . Для входной двери фактическое сопротивление теплопередаче составило  $R = 1,01 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bm}$ , коэффициент теплопередачи  $k_w = 0,99 \frac{Bm}{m^2 \cdot ^\circ C}$ .

В соответствии с сопротивлениями теплопередаче и коэффициентами теплопередачи конструкций здания, определяются теплотери помещений. По итогам расчетов для моего объекта общие теплотери помещений первого этажа составили 9721,4 Вт, общие теплотери для помещений второго этажа составили 12221,2 Вт, для подвала теплотери составили 8742,9 Вт. Итого, общая нагрузка на систему отопления здания составит 30685,5 Вт.

Следующим этапом работы будет расчет и подбор оборудования для рассматриваемых систем.

Россия – страна с достаточно суровым климатом, но не смотря на это, низкотемпературные системы набирают популярность, обеспечивая высокий уровень комфорта для потребителя. Их достоинства постепенно завоевывают признание и в нашей стране, поэтому считаю актуальным рассмотреть данную тему.

1. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Москва : Минрегион России, 2012. 120 с.

2. Малявина, Е. Г. Теплотери здания: справочное пособие / Е. Г. Малявина. – Москва : АВОК-ПРЕСС, 2007. – 144 с.

## ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УСТРОЙСТВА АККУМУЛИРОВАНИЯ ВЛАГИ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

*Е.С. Кораблева*

*А.А. Сеницын, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Конденсация пара на поверхности встречается очень часто: в природе, в лабораторной практике и в самых разнообразных производственных процессах. При охлаждении водяного пара, турбулентно движущегося вдоль более холодной поверхности, происходит молекулярная диффузия пара к этой поверхности, а затем конденсация пара на поверхности (массоотдача). Одновременно водяной пар охлаждается за счет молекулярной теплопроводности (теплоотдача). Выравнивание концентрации и температуры в турбулентном ядре потока происходит вследствие турбулентного перемешивания. Таким образом, процессы осуществляются как за счет турбулентной, так и молекулярной диффузии и теплопроводности. Подобные процессы описаны подробнее в работах [1, 2].

Процессы, протекающие в пограничном слое, изучены недостаточно полно, поэтому не представляется возможным установить закономерности в отношении величины возникающего пресыщения пара по толщине пограничного слоя и условий образования зародышей новой фазы. В пограничном слое турбулентное движение не исчезает внезапно, а затухает постепенно по мере приближения к стенке. При этом в пограничном слое не возникают турбулентные пульсации, они входят в этот слой, распространяясь от турбулентного ядра.

Общая скорость перехода пара в жидкое состояние при одновременной его конденсации на поверхности и в объеме выражается следующим уравнением:

$$\frac{dg}{dt} = \beta_p F(p - p_2) + \frac{4\pi M_n D r V N}{RT\varphi} (p - p_r) + 4 \frac{\pi r_3^3 \rho V I}{3}, \quad (1)$$

где  $g$  – общее количество сконденсировавшихся паров, г;

$\beta_p$  – коэффициент массоотдачи,  $\text{г} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{мм. рт. ст.}^{-1}$ ;

$F$  – площадь поверхности конденсации,  $\text{см}^2$ ;

$p$  – давление пара, мм. рт. ст.;

$p_2$  – давление паров у поверхности конденсации, мм. рт. ст.;

$M_n$  – масса одного моля парообразного вещества;

$D$  – коэффициент диффузии,  $\text{см}^2 \cdot \text{с}^{-1}$ ;

$R$  – универсальная газовая постоянная;

$T$  – температура пара, К;

$\tau$  – время, с;

$r$  – радиус капель, находящихся в газе, см;

$r_3$  – радиус зародышей, см;

$\rho$  – плотность газа,  $\text{г} \cdot \text{см}^{-3}$ ;

$V$  – объём газа, проходящего через устройство,  $\text{см}^3 \cdot \text{с}^{-1}$ ;

$N$  – число капель в единице объёма газа (численная концентрация капель),  $\text{см}^{-3}$ ;

$\Phi$  – коэффициент, учитывающий влияние радиуса капли на скорость конденсации паров на ее поверхности;

$I$  – скорость образования зародышей,  $\text{см}^{-3} \cdot \text{с}^{-1}$ ;

$p_2, p_r$  – равновесное давление пара соответственно у поверхности конденсации при температуре  $T_2$  и над каплей при температуре  $T_r$ , мм. рт. ст.

Первое слагаемое правой части уравнения выражает скорость процесса конденсации пара на поверхности, второе – скорость процесса конденсации пара на поверхности капель, изменяющихся в газовой смеси, а третье слагаемое определяет скорость перехода пара в жидкое состояние в результате образования зародышей. Так как радиус зародышей очень мал ( $\sim 10^{-7}$  см), количество жидкости в этих зародышах (при относительно небольшой численной концентрации газа) незначительно, поэтому последний член в правой части уравнения (1) в большинстве практических случаев можно не учитывать. На основании этого уравнение будет иметь вид:

$$\frac{dg}{d\tau} = \beta_p F(p - p_2) + \frac{4\pi M_p D r V N}{RT\Phi} (p - p_r). \quad (2)$$

1. Амелин, А. Г. Теоретические основы образования тумана при конденсации пара. – Москва, 1972. – 304 с.

2. Сеницын, А. А. Heat transfer theoretics and practical application: учебное наглядное пособие / Сеницын А. А., Карпов Д. Ф., Павлов М. В. и др. – Вологда, ВоГУ, 2016. – 69 с.

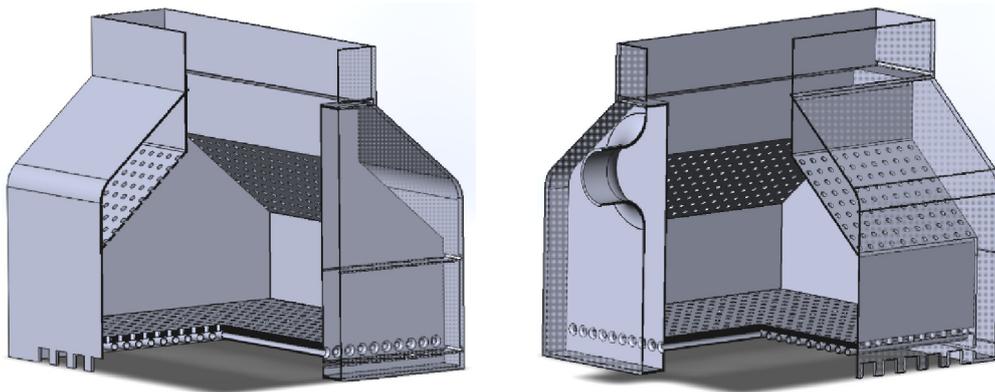
## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОПЕРЕНОСА ПРИ ОТТАИВАНИИ МЕРЗЛОГО ГРУНТА

*А.А. Коробейников*

*А.А. Сеницын, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Работы в северных условиях, связанные с добычей ресурсов, ремонтом, устранением последствий аварий, прокладкой подземных сетей, зачастую требуют разработку грунта ручным либо механическим инструментом. С точки зрения безопасности использование специальной техники может стать причиной повреждения коммуникаций или аварии. При этом актуален способ, сочетающий в себе термическое воздействие на мерзлую почву с дальнейшей разработкой оттаявшего грунта.

Устройства, доступные на современном рынке, используют различные принципы термического воздействия, описанные в работе [1]. Проанализировав их, можно сделать вывод о том, что предлагаемые устройства и способы мало эффективны при прогреве грунта при температуре воздуха минус 30 °С и ниже. Целью работы является моделирование процесса оттаивания грунта и разработка нового устройства, которое будет акцентировать внимание, прежде всего, на эффективность процесса, простоту использования, его мобильность и доступность в сложных условиях городской среды. За основу принята печь с опрокинутой тягой, которая претерпела ряд изменений в конструкции (рис. 1).



*Рис. 1. Фрагменты модели конструкции печи на обратной тяге*

Предложена математическая модель термического отогрева грунта, исследование которой позволили сделать анализ влияния различных факторов, которые позволяют определить технические характеристики устройства (объём топки, тип топлива, время работы и т.п.). Наиболее подходящим методом решения послужила задача Стефана, которая записывается как система урав-

нений теплопроводности с учетом фазового перехода. Начальные условия описаны (1)–(3):

$$T_2(x, 0) = T_n, \quad (1)$$

$$T_1(0, t) = T_0 > T_\phi, \quad (2)$$

$$T_1|_{x_1} = T_2|_{x_2} = T_\phi = const, \quad (3)$$

где  $T_n$  – начальная температура,  $T_\phi$  – температура фазового перехода,  $T_0$  – постоянная температура на поверхности.

При изменении времени появляющийся у поверхности талый слой увеличивается. Устанавливается фронт, движение которого и требуется определить. В ходе решения была выделена формула, которая показывает, по какому закону движется фронт оттаивания:

$$x_1 = \beta\sqrt{t}, \quad (4)$$

где  $\beta$  – неизвестная пока константа, которая в дальнейшем находится из итогового трансцендентного уравнения (5):

$$\frac{\lambda_1 T_0 e^{-\frac{\beta^2}{4\alpha_1}}}{\sqrt{a_1} \operatorname{erf}\left(\frac{\beta}{2\sqrt{a_1}}\right)} + \frac{\lambda_2 T_n e^{-\frac{\beta^2}{4\alpha_2}}}{\sqrt{a_2} \operatorname{erfc}\left(\frac{\beta}{2\sqrt{a_2}}\right)} = L\rho\beta \frac{\sqrt{\pi}}{2}. \quad (5)$$

Подставляя в уравнение параметры грунта  $\lambda_1, \lambda_2, a_1, a_2, L, r$ , а также температуры  $T_0$  и  $T_n$ , константа  $\beta$  определяется однозначно, что дает нам графически изобразить процесс оттаивания.

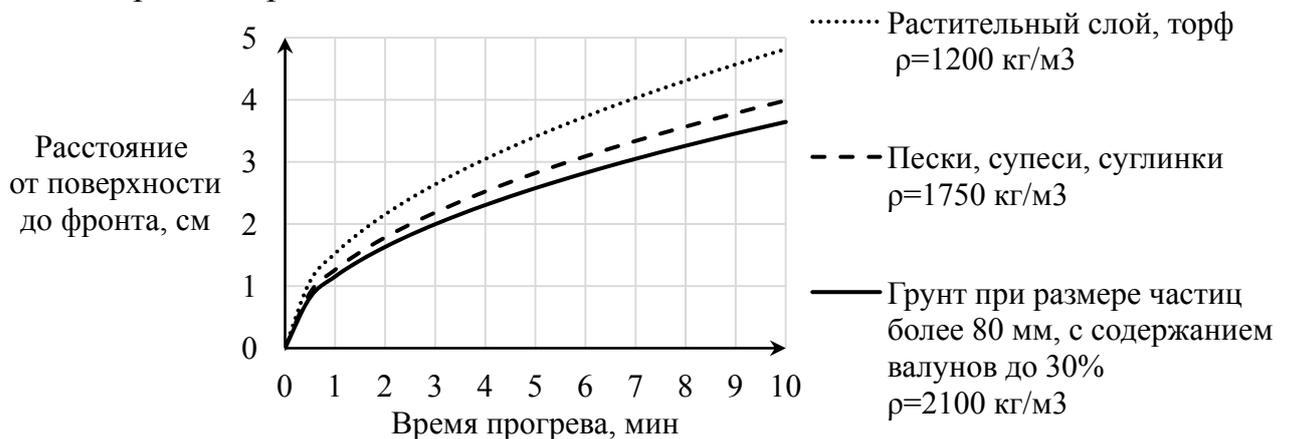


Рис. 2. Графики движения границы фазового перехода в зависимости от времени

По результатам теплотехнического и технико-экономического расчета может быть принято решение о перспективности данной разработки применительно к аварийно-ремонтным и строительным работам.

1. Сеницын, А. А. К выбору оптимального способа и средства по оттаиванию мерзлого грунта / А. А. Сеницын, И. А. Суханов, Ю. В. Рыбина и др. /

В сборнике: Автоматизация и энергосбережение машиностроительного и металлургического производств, технология и надежность машин, приборов и оборудования: Материалы 5-й Международной научно-технической конференции, 2009. – С. 146–149.

## ТЕПЛОВАЯ ИЗОЛЯЦИЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

*А.С. Котова*

*М.В. Корягин, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет  
г. Нижний Новгород

В системах теплоснабжения при подаче теплоты потребителю теплоносителю приходится преодолевать километры теплотрасс. Это неизбежно приводит к изменению его первоначальных параметров, в особенности температуры. Во избежание остывания системы теплоснабжения ограждают материалами, имеющими низкую теплопроводность, то есть обеспечивают тепловую изоляцию. На выбор вида тепловой изоляции влияют многие факторы. Одним из них является способ прокладки, так как параметры окружающей среды под землёй и над землёй имеют некоторые отличия. Другой немаловажный фактор – это назначение трубопроводной системы. От него напрямую зависит температура теплоносителя, а каждый теплоизоляционный материал, как и любые другие материалы, может исправно работать только при определённом диапазоне температур.

Знакомиться с видами тепловой изоляции начнём с минеральной ваты. Применяют такую изоляцию достаточно давно. Производят из минеральных и базальтовых волокон, переработанного стекла, отходов металлургического производства (доменных шлаков). Выпускают в виде матов, пластин и цилиндров определённых диаметров. Такая теплоизоляция безопасна для экологии, устойчива к биологическим воздействиям (плесени, грибкам), долговечна, обладает высокой огнестойкостью. Она проста в использовании, но обладает рядом недостатков: некоторые виды минеральных ват очень хрупкие, работа с ними требует средств индивидуальной защиты, процесс укладки может быть длительным и трудоёмким, волокна обладают гигроскопичностью, и поэтому им нужна дополнительная гидроизоляция, а трубопроводам – антикоррозионное покрытие. Кроме того, если тепловые сети прокладывают под землёй, необходимо монтировать каналы, так как использование такого покрытия при бесканальной прокладке невозможно.

Наряду с другими видами изоляции для защиты трубопроводов применяют «скорлупы». Изготавливаются они на предприятии в виде цилиндров, полых полуцилиндров и сегментов. Такая теплоизоляция имеет низкую теп-

лопроводность и малую толщину покрытия, устойчива к влаге и агрессивным средам, экологически безопасна и долговечна, не требует специальных средств защиты при выполнении работ. Хотя такие изделия считаются достаточно твёрдыми, значительных механических нагрузок они не выдерживают. К тому же пенополиуретан не устойчив к высоким температурам и при термическом разложении выделяет токсичные вещества.

Возможна также предварительная изоляция трубопроводов на заводе. Она представляет собой вспененный пенополиуретан, имеющий плотное сцепление с металлической трубой и полиэтиленовым покрытием. Такие трубопроводы оснащены системой оперативного дистанционного контроля технического состояния теплоизоляции. Это помогает своевременно обнаружить возникающие при эксплуатации повреждения и дефекты трубопроводов, а также внешней защитной оболочки. Кроме того, что даётся возможность контролировать состояние сети без проведения земляных работ, при подземной прокладке не требуется монтаж каналов. Предизолированные трубопроводы долговечны и надёжны, защищены от коррозии и влаги. Материал теплоизоляции устойчив к биологическим воздействиям. К сожалению, из-за низкого качества строительно-монтажных работ не на всех сетях может осуществляться контроль влажности изоляции. Кроме того, материал покрытия не устойчив к высоким температурам и при возгорании выделяет много дыма, вредные и токсичные вещества.

Приведем в таблице для более точного сравнения технические характеристики теплоизоляционных материалов согласно [1, 2].

Таблица

#### Технические характеристики теплоизоляционных материалов

Наименование материала	Условный проход трубопровода, мм	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Теплопроводность сухого материала, Вт/(м °С)	Максимальная температура применения, °С	Приблизительная стоимость, руб.
Минеральная вата	нет ограничений	25–200	0,03–0,077	300–1000	От 50 до 2000
Скорлупы ППУ	50–500	60–80	0,032–0,035	130	От 250 до 1500
ППУ	50–500	60–80	0,032–0,035	130	От 350 до 6000

Подводя итог, можно отметить, что, несмотря на распространённость, простоту использования и устойчивость к высоким температурам, минеральные ваты уступают пенополиуретану в прочности и способности удерживать тепло. А сравнивая между собой предварительную изоляцию и скорлупу, стоит обратить внимание на то, что при подземной прокладке предизолированных трубопроводов нет необходимости в дополнительных затратах на монтаж каналов.

Таким образом, можно сделать вывод, что предварительная изоляция из пенополиуретана в настоящее время является самой надёжной и эффективной.

1. Теплоизоляция для труб. Описание, свойства, виды и цена теплоизоляции для труб : [сайт]. – URL: <https://zastroyka.ru/wp-content/cache/wpfc-mobile-cache/teploizolyaciya-dlya-trub-opisanie-svoystva-vidy-i-cena-teploizolyacii-dlya-trub/index.html> (дата обращения: 19.03.2020).

2. Корягин, М. В. Анализ современных материалов теплоизоляции тепловых сетей / М. В. Корягин, М. М. Рогов // Сборник докладов II Международной научно-практической конференции: Экологическая безопасность и устойчивое развитие урбанизированных территорий. Н. Новгород : ННГАСУ, 2019. – С. 342–346.

## **ВЫБОР ХЛАДАГЕНТА ДЛЯ ТЕПЛООВОГО НАСОСА ПРИ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИИ**

*Е.Ю. Кузнецова*

*С.В. Лукин, научный руководитель, д-р техн. наук, профессор*

*Вологодский государственный университет*

*г. Вологда*

В настоящее время на территории Вологодской области существует множество районов, которые далеки от зоны газификации, где теплоснабжение осуществляется от централизованных котельных, которые работают на твердом топливе. В большинстве случаев коэффициент использования теплоты твердого топлива низкий, что выражается в высоких тарифах на теплоснабжение. В некоторых же местах централизованное теплоснабжение и газоснабжение полностью отсутствуют, а имеется лишь электричество. Поэтому одним из самых экономичных источников тепла является тепловой насос.

Цель данной работы заключается в том, чтобы создать такую систему отопления, которая будет работать за счет электроэнергии, иметь минимальные капитальные затраты и минимальные эксплуатационные затраты.

Для наиболее эффективной работы теплового насоса подбираем подходящий хладагент. Для этого необходимо рассчитать и построить график для коэффициента трансформации теплового насоса, который зависит от температур испарения и конденсации хладагента. Коэффициент трансформации теплового насоса численно равен количеству полезного тепла, получаемого при температурах испарения и конденсации, на единицу электрической энергии, потребляемой тепловым насосом.

Выбираем такие температуры испарения и конденсации, чтобы при полном отоплении с грунтовым тепловым насосом коэффициент трансформации был максимальным, тогда расход электроэнергии будет минимальным.

Поскольку от выбранного хладагента существенно зависит величина коэффициента трансформации теплового насоса, то рассчитываем несколько разных хладагентов (R12 и R717).

Расчет коэффициента трансформации теплового насоса производится по следующим формулам:

$$l_k = h_2 - h_1, \text{ кДж/кг}, \quad (1)$$

где  $l_k$  – удельная работа идеального компрессора,  $h_1$  – энтальпия сухого насыщенного пара хладагента на входе в компрессор;  $h_2$  – энтальпия перегретого пара хладагента при изэнтропийном сжатии в компрессоре.

$$l'_k = l_k / \eta_k, \text{ кДж/кг}, \quad (2)$$

где  $l'_k$  – удельная работа реального компрессора, изэнтропийный КПД компрессора  $\eta_k \cong 0,85$ .

$$h_{\text{пар}} = h_1 + l'_k, \text{ кДж/кг}, \quad (3)$$

где  $h_{\text{пар}}$  – энтальпия пара на выходе из реального компрессора.

$$q_1 = h_{\text{пар}} - h_{\text{кон}}, \text{ кДж/кг}, \quad (4)$$

где  $q_1$  – удельное количество теплоты, отдаваемое при конденсации 1 кг фреона,  $h_{\text{кон}}$  – энтальпия конденсата хладагента.

$$\varepsilon = q_1 / l'_k, \text{ кДж/кДж}, \quad (5)$$

где  $\varepsilon$  – коэффициент трансформации теплового насоса.

На рисунке показана зависимость коэффициента трансформации теплового насоса от температуры конденсации хладагента R12 при разных температурах испарения.

### Хладагент R12

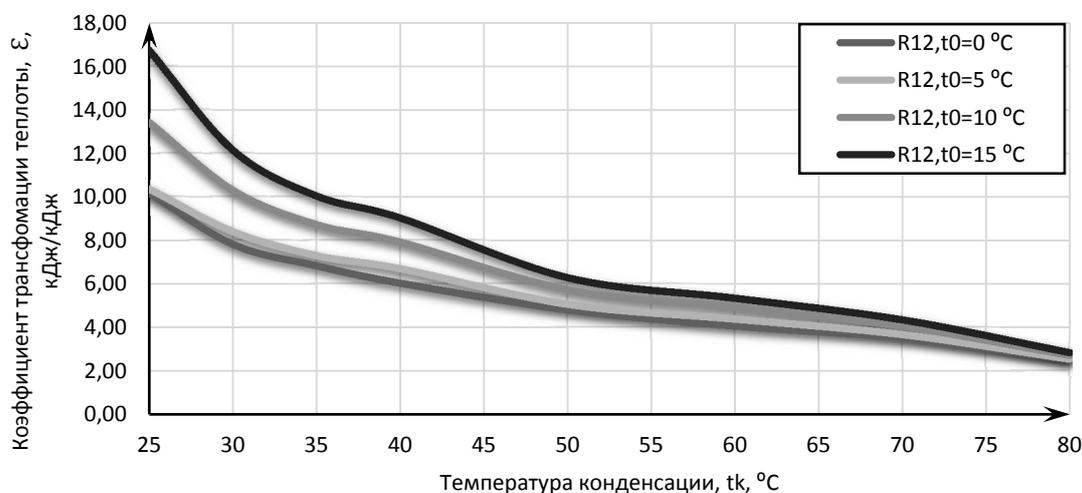


Рис. Зависимость коэффициента трансформации теплового насоса от температуры конденсации хладагента при разных температурах испарения

Поскольку мы будем применять грунтовые тепловые насосы, нас больше всего интересует случай  $t_0=0 \div +5$  °С,  $t_k=+25 \div +30$  °С. Так как температура грунта в течение года остается равной  $+5 \div +10$  °С, соответственно, температура испарения хладагента составляет от 0 до  $+5$  °С.

По данным расчета наибольшее значение коэффициента трансформации теплового насоса является у хладагента R12, при значениях  $t_0=0$  °С;  $t_k=25$  °С получается  $\varepsilon=10,15$  кВт/кВт, т.е. при затрате 1 кВт электроэнергии можно получить 10,15 кВт тепловой энергии, подаваемой в помещение.

1. Рей, Д. Тепловые насосы/ Д. Рей, Д. Макмайл, пер. с англ. – Москва : Энергоиздат. – 1982. – 224 с.

## СПОСОБ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ С УТИЛИЗАЦИЕЙ ТЕПЛОТЫ КАНАЛИЗАЦИОННОЙ ВОДЫ

*В.А. Куницкий*

*С.В. Лукин, научный руководитель, д-р техн. наук, профессор  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Целью данной работы является разработка способа утилизации теплоты канализационной воды с целью экономии электрической энергии, идущей на нагрев воды для принятия душа.

В качестве такого способа предлагается использовать теплообменный аппарат (ТОА). Трудность в использовании заводских экземпляров ТОА заключается в том, что специфика работы в нашем случае не подходит ни к одному существующему образцу. В связи с этим обстоятельством необходимо самостоятельно разработать ТОА, подходящий конкретно для данной задачи.

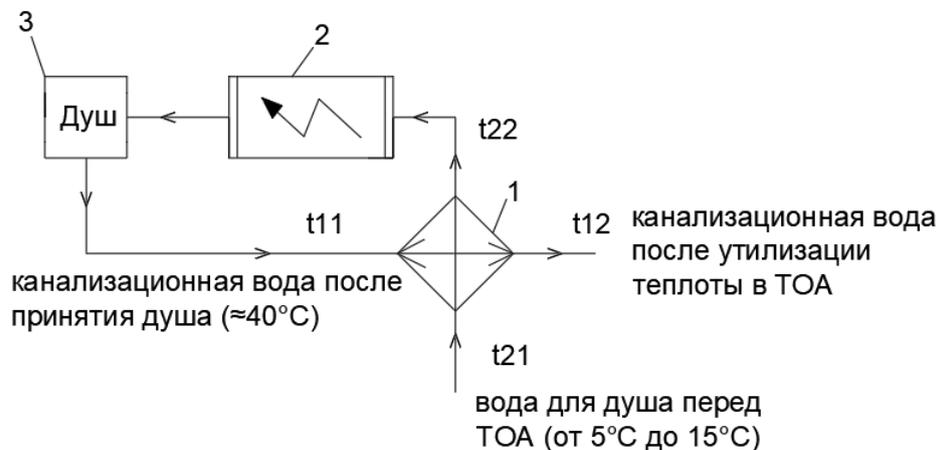


Рис. 1. Принципиальная схема душевой с использованием ТОА для утилизации теплоты горячей воды, удаляемой в канализацию

Схема душевой после модернизации представлена на рисунке 1, где 1 – это теплообменный аппарат (ТОА), 2 – электрический проточный водонагреватель, 3 – душ,  $t$  – температуры греющей и нагреваемой сред на входе в ТОА и на выходе из ТОА.

Разработан, воплощен в физическом виде и экспериментально опробован ТОА: он исполнен в виде закрытой ёмкости, включенной в канализационную сеть (за идею при проектировании ТОА была взята идея кожухотрубного ТОА).

Отверстия для входа и выхода греющей канализационной воды расположены на одном высотном уровне. Предусмотрено быстрое снятие верхней крышки для обслуживания ТОА в случае необходимости. Эскиз аппарата представлен на рисунке 2, где изображены трубы с нагреваемой водой внутри ТОА.

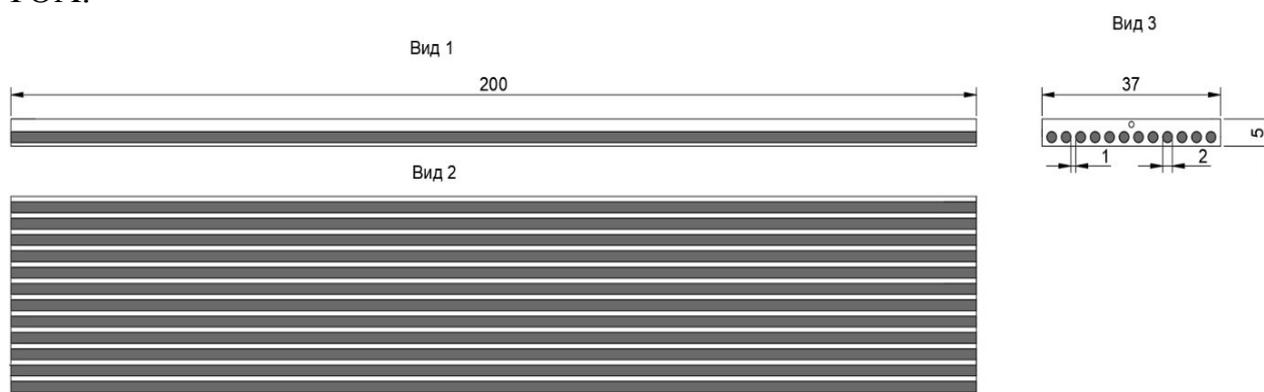


Рис. 2. Эскиз ТОА в трёх видах

Проведён конструктивный и поверочный расчет ТОА [1].

С использованием ТОА удалось нагреть холодную воду температурой  $7,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  до температуры  $27,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Греющая среда имела температуру  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Количество потреблённой электрической энергии, идущее на нагрев  $1\text{ кг}$  воды температурой  $27,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  до температуры  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  при расчётных условиях, составит  $0,0145\text{ кВт}\cdot\text{ч}$ . Без использования ТОА количество потреблённой энергии, идущее на нагрев  $1\text{ кг}$  воды температурой  $7,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  до температуры  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , составит  $0,0377\text{ кВт}\cdot\text{ч}$ .

Таким образом, потребление электроэнергии на нагрев воды для принятия душа снизилось в  $2,6$  раза. Можно сделать вывод, что способ утилизации теплоты горячей воды, отводимой в канализацию от душевых установок, разработан. Экономия электрической энергии, идущей на нагрев воды для душа, достигнута.

1. Исаченко, В. П., Осипова, В. А., Сукомел, А. С. Теплопередача. – изд. 3-е. – Москва : Энергия, 1975. – 488 с.

2. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. – Введ. 01.01.2013. – Москва : Стандартинформ, 2013. – 12 с.

## ОБРАБОТКА И УТИЛИЗАЦИЯ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

*А.А. Левинский*

*А.Н. Тянин, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Эксплуатация очистных сооружений канализации Вологды обуславливает необходимость обработки и дальнейшей утилизации большого объема избыточного активного ила (ИАИ), который образуется на стадии биологической очистки во вторичных отстойниках и характеризуется высокой влажностью, а в санитарном отношении является опасным в силу биологической загрязненности.

Для сокращения объема и уменьшения влажности осадок проходит много-стадийную обработку в соответствии со схемой, представленной на рисунке 1.

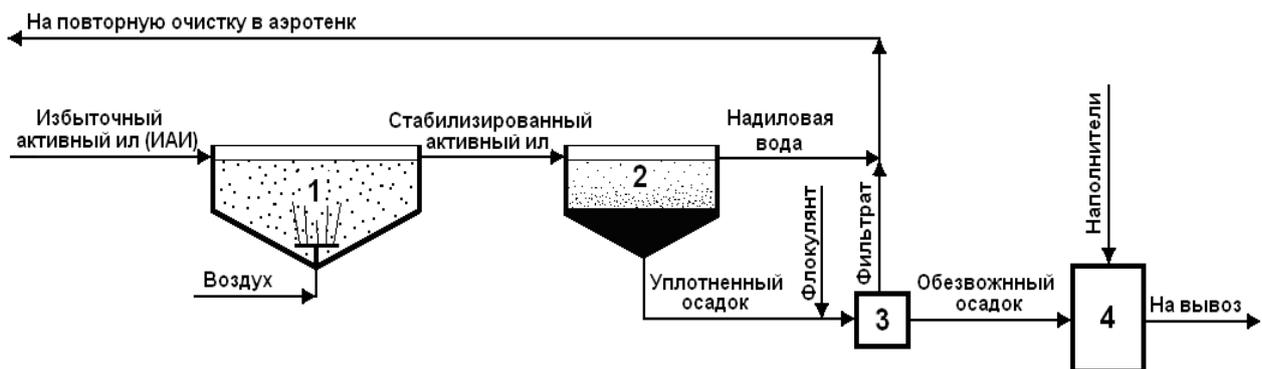


Рис. 1. Технологическая схема обработки избыточного активного ила (ИАИ)

Изначально ИАИ с влажностью 98,5–99,5 % поступает в аэробный стабилизатор, а затем в илоуплотнитель, где приобретает влажность 95,6–96,5 %. Данные по объему ( $W$ ) избыточного и уплотненного ИАИ за период с 2017 по 2019 гг. представлены на рисунке 2.

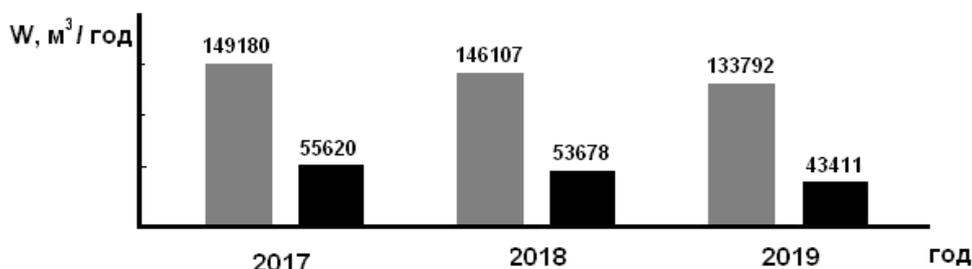


Рис. 2. Годовые объемы осадка ИАИ до и после уплотнения

Основные показатели осадка после уплотнения по месяцам за 2019 г. представлены в таблице 1.

Перед механическим обезвоживанием на фильтр-прессе осадок смешивается с флокулянтom.

Таблица 1

### Показатели уплотненного осадка ИАИ за 2019 год

Показатель	Месяц года											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Объем, м <sup>3</sup>	11694	9570	10697	11492	10105	9929	10695	11604	12049	13274	12630	10053
Влажность, %	96,5	96,2	95,9	95,6	95,9	96,4	95,8	95,8	96,2	96,3	96,2	96,1
Зольность, %	29,0	30,0	29,0	35,0	36,0	35,0	36,0	44,0	37,0	37,0	36,0	32,0

В настоящее время на канализационных очистных сооружениях эксплуатируются ленточные фильтр-прессы фирмы Monobelt (Италия) в комплекте с ленточными сгустителями производительностью до 1200 м<sup>3</sup>/сут, на которых происходит смешивание осадка с раствором флокулянта и отделение твердого вещества от воды. В качестве флокулянта с января 2018 года применяется Нитрофлок (ТУ 2163 – 001 – 73319927 – 12).

Основные параметры осадка после его обезвоживания за 2019 г. представлены в таблице 2.

Таблица 2

### Показатели обезвоженного осадка ИАИ за 2019 год

Показатель	Месяц года											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Объем, м <sup>3</sup>	3861	3601	3916	4322	3572	3135	3077	3749	3663	3508	3870	3137
Влажность, %	89,4	89,9	88,8	88,3	88,4	88,6	85,4	87,0	87,5	86,0	87,6	87,5
Зольность, %	29,0	31,0	26,0	35,0	34,0	32,0	34,0	46,0	37,0	32,0	35,0	31,0

Для обеспечения процесса биотермического обеззараживания обезвоженный осадок может смешиваться с торфом, древесными опилками, золой на открытых площадках компостирования. Исследование проб компоста показывает отсутствие стабильного эффекта обеззараживания осадка даже при длительных сроках прохождения процесса, что обусловлено в первую очередь климатическими условиями Северо-Западного региона.

Таким образом, одним из основных вопросов обработки и утилизации осадка сточных вод очистных сооружений канализации г. Вологды является вопрос повышения эффективности обеззараживания осадка в рамках существующих сооружений. Для его решения может найти применение один из следующих методов: термический; биотермический; биологический; физического воздействия; химический или реагентный [1, 2].

1. Туровский, И. С. Обработка осадков сточных вод / И. С. Туровский. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Стройиздат, 1982. – 223 с.
2. Тянин, А. Н. Исследование влагоотдачи осадка иловых площадок при циклическом замораживании / А. Н. Тянин, Н. А. Кузнецов // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура – 2019. – № 3. – С. 42–47.

## ГАЗОСНАБЖЕНИЕ КВАРТАЛА С БЛОКИРОВАННОЙ ЗАСТРОЙКОЙ

*М.А. Майоров*

*А.Н. Сурикова, научный руководитель, ст. преподаватель  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

*Актуальность:* экономически и экологически выгоднее использовать газ для подогрева воды, приготовления еды и отопления помещений вместо электричества.

*Цель:* проектирование системы газоснабжения во взаимосвязке со специалистами, работающими над конструктивным решением здания и размещением сетей отопления, водоснабжения и электричества.

*Задачи:* определить характеристики газа, найти расход газа потребителя, рассчитать диаметры трубопровода, подобрать газовое оборудование.

*Объект газоснабжения:* Схемой газоснабжения предусмотрено подключение трех потребителей и одной котельной к газопроводу низкого давления в Вологде. Квартал состоит из блокированных домов. Газ используется для нужд горячего водоснабжения, приготовления пищи и снабжения котлов в котельной. В целях экономической эффективности на систему горячего отопления принято ставить газовые котлы у потребителя. Рельеф участка спокойный. Грунт является пучинистым. В зоне прокладки газопровода залегает суглинок. Глубина заложения газопровода составляет 1,21–1,53 м до верха трубы.

*Климатические параметры:* климатический район строительства – II В [1]; глубина промерзания – 1,5 м; давление ветра (I район) – 32 кг/м<sup>3</sup>; вес снегового покрова (IV район) – 240 кг/м<sup>2</sup>; средняя температура наиболее холодной пятидневки – -32 °С.

*Характеристика газа:* районом проектирования является г. Вологда. Выбираем магистральный газопровод от газового Ванейвиского месторождения Архангельской области. Характеристика газа Ванейвиского месторождения приведена в таблице.

Таблица

**Характеристика газа Ванейвиского месторождения**

Наименование компонентов газа	Объемная доля, %	Плотность при 0°С и 101,325 кПа, кг/м <sup>3</sup>	Теплота сгорания при 0°С и 101,325 кПа, кДж/м <sup>3</sup>
Метан СН <sub>4</sub>	89,59	0,7168	35840
Этан С <sub>2</sub> Н <sub>6</sub>	2,42	1,3566	63730
Пропан С <sub>3</sub> Н <sub>8</sub>	0,70	2,0190	93370
Бутан С <sub>4</sub> Н <sub>10</sub>	0,27	2,7030	123770
Пентан С <sub>5</sub> Н <sub>12</sub>	1,16	3,2210	146340
Диоксид углерода СО <sub>2</sub>	1,68	1,9768	12640
Сероводород Н <sub>2</sub> С	1,25	1,5392	23490
Азот N <sub>2</sub>	3,93	1,2505	-

*Характеристика газопровода:* источником газоснабжения выбираем магистральный газопровод низкого давления, проходящий рядом с кварталом, в этом случае установку газорегуляторного пункта рассматривать не будем. Прокладка газопровода применяется подземная и надземная, под землей до домов потребителей, а затем поднимается из земли в защитном футляре и проходит по фасадам зданий с заходом в каждую квартиру.

*Газовое оборудование в домах:* в каждой квартире будет установлена четырехконфорочная газовая плита для приготовления пищи. Если рассмотрим снабжение горячей водой от котельной, то расчетная тепловая нагрузка составит меньше 10 % от расчетной тепловой нагрузки на нужды отопления. В таком случае принимаем, что обеспечение жилых домов горячим водоснабжением будет производиться с помощью газовых котлов, установленных у потребителя. В каждой квартире будет установлен счетчик газа бытовой Гранд G-4, для учета объема природного газа.

*Заключение:* строительство блокированных домов имеет множество преимуществ: комфортные условия проживания (улучшенная планировка квартир, имеется приквартирный участок, возможно строительство встроенного гаража), небольшое количество инженерных сетей, небольшие теплопотери здания. Поэтому газификация таких домов приведет к еще более комфортным условиям проживания и экономии средств.

1. СП 131.13330.2012. Свод правил. Строительная климатология: актуализированная редакция СНиП 23-02-99\*: утв. Минрегионом России от 30.06.2012 № 275. – Введ. 01.01.2013. – Москва: ФАУ «ФЦС», 2015. – 120 с.

2. Соколова, Е. И. Газоснабжение населенного пункта: Методически указания по выполнению курсовых и дипломных проектов.– Вологда : ВоГТУ, 1999. – 32 с.

## АНАЛИЗ НОРМАТИВОВ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ В РЕГИОНАХ РФ

*А.С. Невгень*

*Е.А. Лебедева, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Одной из важнейших систем жизнеобеспечения населения являются услуги отраслей жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) в число которых входит водоснабжение и водоотведение. Проблема водоснабжения и водопотребления актуальна для населения в связи с постоянным ростом тарифов на услуги и объективный учёт потребления коммунальных услуг важен для бюджета каждого потребителя. В случае, когда у потребителя услуг ЖКХ отсутствуют индивидуальные приборы учета объёма потребляемых ресурсов, оплата за коммунальные услуги формируется по нормативам, определённым по методикам, рекомендованным Постановлением Правительства РФ № 306 от 23 мая 2006 года.

Целью данного исследования является определение и сравнительная оценка нормативов водопотребления населения из централизованных систем водоснабжения в Вологодской области и соседних субъектах РФ.

В качестве исходных данных для выполнения исследований были использованы материалы из базы данных по Вологодской области [1]. Результаты по другим субъектам РФ для сравнительной оценки были приняты по постановлениям «Об учреждении нормативов потребления коммунальных услуг по холодному и горячему водоснабжению, водоотведению в многоквартирных домах» по Архангельской, Ярославской и Кировской областям.

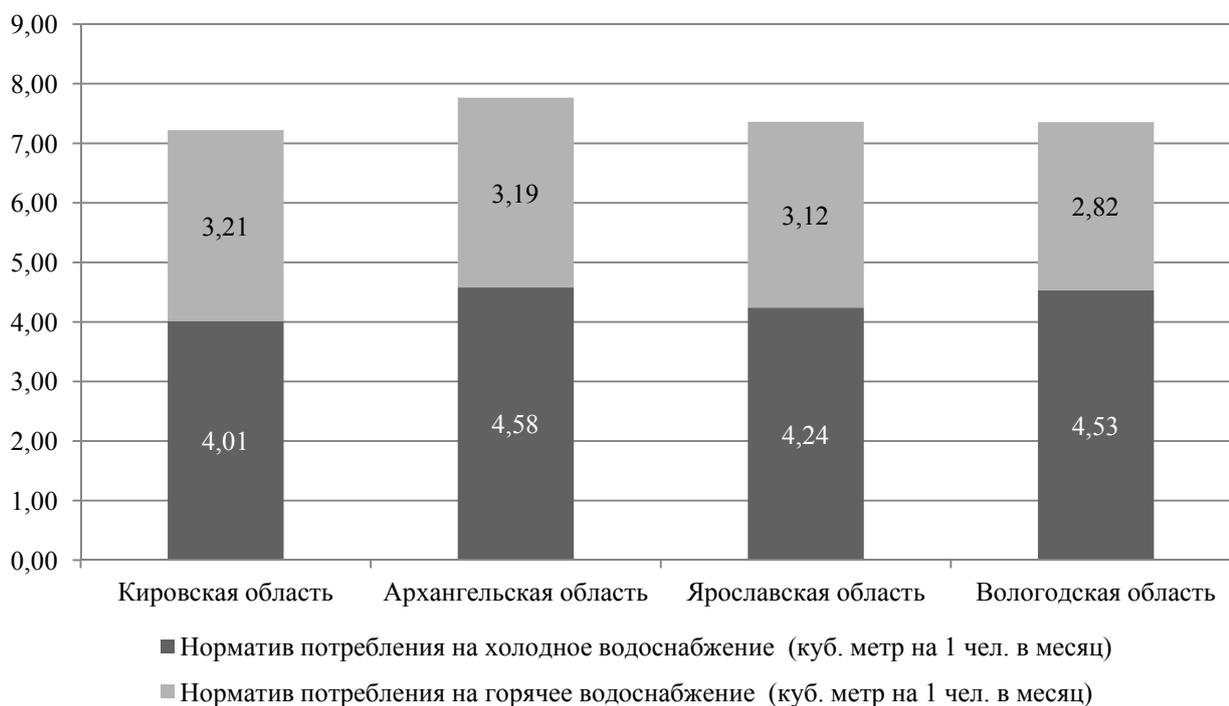
Методика исследования составлена на основе статистического анализа данных в следующем порядке:

1. Формирование базы данных.
2. Численные эксперименты.
3. Логический анализ.
4. Расчёт нормативов для Вологодской области по методике.
5. Сравнительная оценка результатов и формулировка выводов.

Определение нормативов водопотребления для условий Вологодской области выполнено расчётным методом в соответствии с требованиями [2]. Данный метод применялся для групп многоквартирных домов с населением, проживающим в квартирах, не оборудованных приборами учёта или несоответствия приборов учёта нормативным требованиям по обеспечению достоверности измерений.

Все расчётные операции и численные эксперименты выполнялись в программном продукте Microsoft Excel. Для сравнительной оценки данные были

систематизированы в табличной форме и визуализированы в виде гистограмм, одна из которых представлена на рисунке.



*Рис. Сравнительная гистограмма нормативов водопотребления по степени благоустройства объекта: многоквартирные и жилые дома с централизованным холодным и горячим водоснабжением, водоотведением, оборудованные унитазами, раковинами, мойками, ваннами сидячими длиной 1200 мм с душем*

По итогам проведенного исследования сделаны следующие выводы:

1. Суммарный норматив по потреблению горячей и холодной воды, определённый расчетным методом, для всех исследованных субъектов РФ имеет одинаковые значения. Различным является распределение суммарного норматива на норму водопотребления по горячей и холодной воде. Данное различие обусловлено особенностями климатической зоны в соответствии с [3] и продолжительностью отопительного периода, а также степенью благоустройства многоквартирного жилого дома.

2. По результатам исследований отличие нормативов, определённых расчетным методом и методом аналогов в соответствии с [2] составляет 10–20 %.

3. Методики определения нормативов водопотребления, рекомендованные Постановлением Правительства РФ № 306 позволяют обеспечить принципиальное сходство нормативов водопотребления субъектов РФ и различия в зависимости от местных условий.

1. База данных для определения нормативов потребления коммунальных благ расчетным методом по многоквартирным домам Вологодской области. Свидетельство о государственной регистрации № 2020620396.

2. Постановление Правительства РФ от 23 мая 2006 г. № 306 «Об утверждении Правил установления и определения нормативов потребления коммунальных услуг и нормативов потребления коммунальных ресурсов в целях содержания общего имущества в многоквартирном доме».

3. СП 131.13330.2012. Свод правил. Строительная климатология: актуализированная редакция СНиП 23-02-99\*: утв. Минрегионом России от 30.06.2012 № 275. – Введ. 01.01.2013. – Москва: ФАУ «ФЦС», 2015. – 120 с.

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ГРУППЫ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ АВТОНОМНОСТИ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ**

*И.В. Пантина*

*А.А. Сеницын, научный руководитель, канд. техн. наук*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Одной из ведущих тенденций в науке со второй половины XX в. является стремление к синтезу знания, полученного в рамках отдельных научных дисциплин. Наряду с сохраняющейся дисциплинарной организацией науки и усиливающейся специализацией идет активное формирование междисциплинарного знания, применяются проблемные и проектные подходы к исследованию, утверждается парадигма целостности. Значимой характеристикой междисциплинарного исследования является его проблемная ориентированность, приводящая к появлению принципиально нового знания на стыке отдельных дисциплин [1].

Этот принцип может быть применен и при выполнении междисциплинарных выпускных квалификационных работ. Среди прочих, в соответствии с Указом Президента РФ от 7 июля 2011 г. N 899 «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации» и перечня критических технологий Российской Федерации, направление № 8 – Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика является приоритетным и в Вологодском государственном университете. Среди задач, связанных с энергоэффективностью, выделяются задачи по созданию эффективных источников теплоснабжения в сочетании с энергосберегающими технологиями при проектировании инженерных коммуникаций и систем распределения тепловой энергии потребителю.

Работа выполнена в рамках деятельности НОЦ «Проблемы современной техносреды» и решает ранее поставленные задачи по совершенствованию инженерных систем коммунального и производственного теплогазоснабжения. Примером таких работ исследований служат публикации сотрудников центра

[2–3], в которых даются методические и научно-практические основы проектирования таких систем.

Целью междисциплинарной работы стала разработка системы теплоснабжения жилых зданий в Вологде по ул. Мишкольцской. Ввиду имеющейся централизованной системы теплоснабжения микрорайона, в качестве учебного проекта рассмотрен вариант создания автономной газовой котельной с нагрузкой на отопление порядка 170 Мкал/ч.

В рамках подготовки к проектированию и подбору основного оборудования котельной выполнено построение графика отпуска тепловой энергии потребителям в зависимости от температуры наружного воздуха и выбор схемы теплоснабжения по качественному принципу регулирования и исполнения тепловых сетей по двухтрубной схеме.

В работе представлен расчет и подбор основного оборудования котельной – водогрейных газовых автоматизированных котлов в количестве 2 штук. Методом обратной матрицы определены значения расходов воды в тепломеханической схеме котельной при известных тепловых нагрузках, а также подобраны фактические диаметры трубопроводов по принципу оптимальной скорости движения теплоносителя в трубопроводах.

Следует отметить выбор безопасной и независимой схемы котлового и сетевого контура котельной с применением теплообменного пластинчатого аппарата и увязкой теплового баланса в контурах.

Для создания бесперебойной циркуляции теплоносителя проектом предусмотрены следующие группы насосного оборудования: сетевые и подпиточные насосы, циркуляционные насосы котлового контура и рециркуляционные насосы. Все насосы выбраны с позиции энергосбережения и резервирования. Для проверки согласованности работы сетевых и подпиточных насосов, а также выполнения условий безопасности и бесперебойности для потребителей тепловой энергии построен пьезометрический график.

Особое внимание уделено проектированию системы удаления дымовых газов с учетом рекомендаций указаний [3]. Проектирование дымовой трубы и газоходов выполнено с учетом условий оптимального теплового и аэродинамического режима, выполнения условий самотяги, учета режимов работы котельной, а также климатических и архитектурно-строительных условий в районе проектирования источника теплоснабжения. Система удаления дымовых газов сконструирована из разборных элементов с применением тепловой изоляции для исключения вероятности конденсации водяных паров и низкотемпературной коррозии металла.

В целях повышения экологичности проекта запроектирована установка нейтрализации конденсационных осадков.

Среди перспектив работы обозначены технико-экономическое обоснование эффективности применения предлагаемых решений и формирование про-

екта тарифа на отпуск тепловой энергии с учетом амортизационных отчислений при строительстве нового источника тепловой энергии.

1. Сеницын, А. А. Роль научно-образовательного центра в формировании энергоресурсосберегающих технологий // Леденцовские чтения. Бизнес. Наука. Образование: Материалы III Международной научно-практической конференции, 2013. – С. 546–550.

2. Корюкин, С. И. Основы проектирования систем теплоснабжения: учебное пособие к курсовым и дипломным проектам / С. И. Корюкин, А. А. Сеницын. – Вологда : ВоГТУ, 2013. – 72 с.

3. Сеницын, А. А. Теплогенерирующие установки: Методические указания к выполнению практических работ. Ч. 1.– Вологда : ВоГТУ, 2007. – 19 с.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ГИПОХЛОРИТА НАТРИЯ ИЗ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД

*В.А. Силинский*

*Л.И. Соколов, научный руководитель, д-р техн. наук, профессор  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Для решения большинства задач химических технологий требуется определение оптимальных условий процесса. Благодаря оптимальному расположению точек в факторном пространстве, удается определить недостатки классического анализа [1].

Целью работы является получение количественной оценки основных условий, влияющих на процесс получения гипохлорита натрия (ГХН) электролизом минеральных вод и выведение их в виде формулы.

Актуальность работы – определение интересующих эффектов электролиза с меньшей ошибкой, чем при традиционных методах исследования.

Для достижения поставленной цели были установлены следующие задачи: изучить влияние на выход продукта значимых факторов; провести исследование электролиза в условиях заданных факторов при максимальных и минимальных значениях; записать значимые факторы в виде уравнения регрессии.

Необходимое число опытов  $N$  эксперимента определялось по (1):

$$N = n^r = 2^3 = 8, \quad (1)$$

где  $n$  – количество уровней;  $r$  – число факторов.

В работе изучалось влияние на получение электролитического ГХН ( $y$ , г/л) 3-х факторов: исходной концентрации хлоридов ( $z_1$ ) 10–100 г/л, силы тока ( $z_2$ ) 1–6 А, продолжительности электролиза ( $z_3$ ) 10–90 мин.

Переход от системы координат  $z_r$  к безразмерной  $x_r$  запишем в виде таблицы, где верхний уровень равен +1, нижний уровень -1.

Таблица

**Полный факторный эксперимент  $2^3$** 

Факторы в натуральном масштабе				Факторы в безразмерной системе координат								
№ опыта	$Z_1$	$Z_2$	$Z_3$	$X_0$	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_1X_2$	$X_1X_3$	$X_2X_3$	$X_1X_2X_3$	$Y$
1	10	1	10	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	2.24
2	100	1	10	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	1.93
3	10	6	10	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	3.5
4	100	6	10	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	5.2
5	10	1	90	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	5.45
6	100	1	90	+1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	4.42
7	10	6	90	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	5.9
8	100	6	90	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8.55

Полное уравнение регрессии имеет вид:

$$\hat{y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{123}x_1x_2x_3. \quad (2)$$

Пользуясь таблицей, вычислим коэффициенты линейного уравнения регрессии (2) по (3):

$$b_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_{ji}y_i. \quad (3)$$

Получаем  $b_0=4,65$ ,  $b_1=0,38$ ,  $b_2=1,14$ ,  $b_3=1,43$ ,  $b_{12}=0,71$ ,  $b_{13}=0,03$ ,  $b_{23}=0,01$ ,  $b_{123}=0,21$ . Значимость коэффициентов уравнения регрессии проверяем для каждого коэффициента по критерию Стьюдента:

$$S_{b_j} = \frac{S_{\text{воспр}}}{\sqrt{N}} = \frac{0,28}{\sqrt{8}} = 0,1. \quad (4)$$

Оценим значимость эксперимента по критерию Стьюдента:

$$t_0 = \frac{|b_0|}{S_{b_0}} = 46,5. \quad (5)$$

Подставив данные в (5), аналогично получим следующие коэффициенты:  $t_1=3,8$ ;  $t_2=11,4$ ;  $t_3=14,3$ ;  $t_{12}=7,1$ ;  $t_{13}=0,29$ ;  $t_{23}=0,06$ ;  $t_{123}=2,1$ .

Табличное значение критерия Стьюдента для уровня значимости  $p=0,01$  и числа степеней свободы  $f=2$ ,  $t_p(f)=4,6$ . Таким образом, коэффициенты  $b_1$ ,  $b_{123}$ ,  $b_{23}$  и  $b_{13}$  незначимы и их следует исключить из уравнения.

Проверим адекватность полученного уравнения по критерию Фишера:

$$F = \frac{s_{\text{ост}}^2}{s_{\text{воспр}}^2} = \frac{0,37}{0,08} = 0,37. \quad (6)$$

Табулированное значение критерия Фишера для  $p=0,05$  (уровень значимости),  $f_1=4$ ,  $f_2=2$ ,  $F_{1-p}(f_1, f_2)= 19,3$ ,  $F < F_{1-p}(f_1, f_2)$ . Следовательно, полученное уравнение адекватно описывает эксперимент:

$$C = 4,65 + 1,14 \cdot I + 1,43 \cdot T + 0,71 \cdot C_{\text{исх}} \cdot I, \text{ г/л.}$$

В результате обработки экспериментальных данных установлены основные факторы, влияющие на концентрацию активного хлора в готовом продукте: продолжительность электролиза  $T$ , мин.; сила тока  $I$ , А, а также исходная концентрация  $C_{\text{исх}}$  совместно с силой тока, влияющие на функцию отклика.

Таким образом, планирование эксперимента по получению ГХН из минерализованной воды позволило варьировать одновременно все факторы процесса и получить количественную оценку эффектов их взаимодействия в виде представленной формулы.

1. Адлер, Ю. П. Введение в планирование экспериментов: учеб. пособие / Ю. П. Адлер. – Москва : Изд-во Дом МИСиС, 2014. – 36 с.

## **АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ СПОСОБ ОЧИСТКИ СОБИРАЕМОГО ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА С СЕЛИТЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

*К.В. Смирнов*

*А.В. Хриченков*, научный руководитель, канд. архитектуры  
Уральский федеральный университет  
им. первого Президента России Б.Н. Ельцина  
г. Екатеринбург

Одним из интенсивных источников загрязнения окружающей среды различными видами природного и техногенного происхождения является поверхностный сток с селитебных территорий и промышленных площадок. Количество загрязняющих веществ на территории определяется из расчета плотности населения, уровнем благоустройства городских территорий, интенсивностью движения транспорта, уборки улиц и видом поверхностного покрова. В связи с этим большей загрязнённостью характеризуется сток с селитебных территорий крупных городских агломераций.

Ключевыми задачами городских очистных сооружений является снижение пиковых нагрузок на сети и уменьшение диаметров коллекторных труб. Крупные города Российской Федерации реализуют сбор сточных вод по сред-

ствам полной раздельной системы [1], при этом каждый сток проходит через свои локальные очистные сооружения, что является более дорогостоящим.

Целью данной работы является предложение альтернативного способа очистки и концентрирования поверхностного стока с селитебных территории. Рассматриваемый район – город Екатеринбург. Местность характеризуется как территория с высоким уровнем благоустройства, большими парковыми зонами, индивидуальной зоной жилой застройки и регулярной уборкой дорожных покрытий.

Основными загрязняющими компонентами поверхностного стока являются продукты эрозии почвы, крупный мусор, нефтепродукты и т.д. Коэффициент увеличения удельного выноса составляет  $K=3,169$  [1]. В таблице рассчитан удельный вынос загрязняющих компонентов для Екатеринбурга.

Альтернативным способом очистки и концентрирования поверхностного стока на территории является создание системы дождевых садов.

В своей простейшей форме дождевой сад представляет собой неглубокую впадину (понижение в рельефе) с абсорбирующей, но свободной дренажной почвой и различной степенью заселенностью растительностью. Дождевой сад может выполняться из различных конструкции и материалов, но в основном он состоит из трех частей:

1. Зона сбора и задержки поступающего поверхностного стока. Представлена небольшим искусственным котлованом на ровных поверхностях и естественным. На дно зоны сбора стока насыпается слой мульчи, так же может использоваться слои гравия, если скорости инфильтрации недостаточно. Но это может привести к быстрому прохождению стока через слои и недостаточной очистке.

2. Сеть, которая направляет собранный сток с кровли и проезжих частей улиц, окружающих территорий в зону сбора и задержки дождевого сада.

3. Переливная система. Она позволяет контролировать уровень сточных вод в зоне удержания сада. Это понижает риск эрозии, переполнения чаши, размыва границ дождевого сада (природный) и позволяет подбирать растения, которые выдерживают определенные уровни циклического подтопления.

Таблица

#### Удельный вынос загрязняющих компонентов с селитебных территорий Екатеринбурга

Загрязняющие компоненты	Удельный вынос, кг/(га*год)
Взвешенные вещества (ВВ)	$2500*3,169=7922,5$
ХПК	$1000*3,169=3169$
БПК	$140*443,66$
Нефтепродукты	$40*3,169=126,76$
Соединения азота	$6*3,169=190,14$
Соединения фосфора	$1,5*3,169=4,7535$
Минеральные соли	$400*3,169=1267,6$

Улучшение качества, пройденного через слой дождевого сада, стока является важным преимуществом. Это возможно благодаря: адсорбции, фильтрации, поглощению загрязнений корневой системой растений, наличию аэробных и анаэробных сред в слоях дождевого сада, окислению загрязняющих веществ.

Ключевым фактором при очистке поверхностных стоков являются зеленые насаждения в чаше. Главные критерии выбора – выдерживание циклического затопления и стойкости к среде с разными значениями pH, БПК, ХПК и ВВ. К таким растениям можно отнести: *Amsonia tabernaemontana* var. *salicifolia*, *Astilbe* 'PurpleLance', *Calamagrostis brachytricha*, *Caltha palustris*, *Deschampsia flexuosa*, *Filipendula purpurea*, *Gaura lindheimeri*, *Hemerocallis* 'GoldenChimes', *Iris sibirica*, *Miscanthus sinensis*, *Molinia caerulea*, *Rudbeckia fulgida* var. *deamii*, *Sanguisorba tenuifolia* 'Purpurea', *Thalictrum aquilegifolium*, *Veronicastrum virginicum* [2].

Таким образом, системы альтернативного удержания и очистки поверхностных сточных вод возможно применять при локальной очистке и концентрировании стоков на территории. Но необходимо подбирать подушки дождевых садов и их количество, виды растений, которыми будет наполняться чаша сада. Детальная проработка каждого этапа позволит добиться качественных показателей после очистки стоков.

1. Рекомендации по расчёту систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты. – Москва: ОАО «НИИ ВОДГЕО», 2014 – 88 с.

2. Jia Yuana, Nigel Dunnett 2018 Plant selection for rain gardens: Response to simulated cyclical flooding of 15 perennial species

## **ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕРРИТОРИЙ В ЗОНАХ САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ ВОДОИСТОЧНИКОВ**

***И.В. Стеблева***

*Е.А. Лебедева, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Актуальность исследования обусловлена необходимостью поиска причин появления неприятного фекального запаха воды и определения влияния хозяйственной деятельности в зонах санитарной охраны водоисточников на показатели качества исходной воды системы водоснабжения. Объектом исследования является водоисточник города Вологды, который периодически в пе-

риоды интенсивного поверхностного стока с территории водосбора поверхностного водоисточника подвергается антропогенным воздействиям: в период весеннего половодья появляются запахи, а в 2020 году в период оттепели запах был зафиксирован уже в середине января. Рабочая гипотеза данного исследования: запах связан с хозяйственной деятельностью на водосборе водоисточника – реки Вологды.

Целью исследования является анализ хозяйственной деятельности в зонах санитарной охраны водоисточника г. Вологды и ее влияние на органолептические (эстетические) свойства воды. В задачи входят: сравнительная оценка данных гидрохимических характеристик воды реки Вологды за периоды 1990–2000 и 2008–2017 годы; оценка барьерных возможностей комплекса водоочистных сооружений по удалению запахов исходной воды; анализ хозяйственного использования земель в зонах санитарной охраны по данным кадастрового учёта и оценка его влияния на качество воды.

Качество воды характеризуется различными показателями. Сравнительный анализ данных показателей за 1990–2000 и 2008–2017 годы показал, что как для максимальных, так и для средних значений наблюдается [1]:

- увеличение содержания природных ингредиентов, таких как цветность, перманганатная окисляемость, ХПК<sub>бихр.</sub>, БПК<sub>полн.</sub>, мутность, и антропогенных по содержанию: аммония, ОМЧ, запахов фекального происхождения, поступающих со стоком с водосбора рассредоточено;

- снижение содержания загрязнений антропогенного происхождения, таких как: фенол, СПАВ, нефтепродукты, соли тяжёлых металлов, поступающих сосредоточенно через выпуски очищенных сточных вод.

Технология водоподготовки в г. Вологде предусматривает обработку воды реагентами для снижения цветности, окисляемости и ряда других показателей. В декабре 2019 года она дополнена реагентами для предотвращения образования хлороформа при обеззараживании исходной воды газообразным хлором. Оборудования для удаления запахов в технологической схеме не предусмотрено, так как природные показатели исходной воды исключают наличие запахов.

Водоисточники от негативного влияния хозяйственной деятельности на водосборе защищают санитарно-защитные зоны, регламент хозяйственной деятельности, в пределах которых регламентирован СанПиН 2.1.4.1110-02, и соответствующие нормативные документы. Зоны санитарной охраны организуются в составе трех поясов. Первый пояс предназначен для защиты площади и сооружений водозабора от внешних воздействий любого характера. Во втором и третьем поясах имеются ограничения по хозяйственной деятельности. Границы определяются проектом зон санитарной охраны, в которых учитываются все природные и местные условия территории [2].

В результате исследований был проведен анализ хозяйственной деятельности в пределах зон санитарной охраны водоисточника города Вологды. На

исследуемой территории были выделены все земельные участки, определен вид разрешенного использования, площадь, форма собственности. Всего по обеим берегам реки расположено 33 объекта хозяйственной деятельности, начиная от водозабора в д. Михальцево и двигаясь вверх по течению.

Результаты выглядят следующим образом: основную часть составляют земли, используемые под мелиоративные системы – 51 %, земли с/х назначения – 38 %, земли, используемые под личное подсобное хозяйство, – 5 %, земли, используемые под садоводство и земли лесного фонда, – 3 % от общей площади анализируемых земель в зонах санитарной охраны.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Анализ использования земель показал, что по данным кадастрового учёта в зонах санитарной охраны водоисточника г. Вологды в настоящее время ведётся активно хозяйственное использование: выращивание различных с/х культур и внесение органических и минеральных удобрений.

2. Барьерные возможности водопроводных очистных сооружений технологически ограничены в удалении запахов исходной воды.

3. Для нормализации эстетических свойств воды по показателям запахов необходимо привести в соответствие с санитарными нормами регламент хозяйственной деятельности в зонах санитарной охраны.

1. Журба, М. Г. Очистка природных вод, содержащих антропогенные примеси: практическое пособие / М. Г. Журба, Ж. М. Говорова, Ю. Р. Приемышев, Е. А. Лебедева. – Вологда : ВоГТУ, 1998. – 104 с.

2. Санитарные правила и нормы: СанПиН 2.1.4.1110-02 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения»: издание официальное: утвержден и введен в действие Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 14 марта 2002 г. № 10.

## **АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ НОВОЙ СХЕМЫ РЕАГЕНТНОЙ ОБРАБОТКИ ВОДЫ**

**Я.А. Хахлин**

*Е.А. Лебедева, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

На территории Вологодской области в настоящее время проводится активная работа по улучшению качества питьевого водоснабжения населения и совершенствованию техники и технологий в системах централизованного водоснабжения. В городах и посёлках Вологодской области проблемы с водоснабжением населения копились годами и связаны они как с объективными,

так и субъективными причинами. К объективным, прежде всего, относятся причины экономического характера. В рамках программы выработки мер по обеспечению качественной питьевой водой населения Вологодской области открылись реальные возможности решить технические проблемы и усовершенствовать технологии водоподготовки на базе риск-ориентированного подхода, направленного на снижение рисков для населения от химического загрязнения воды, повышение надёжности и безопасности в системах коммунального водоснабжения.

В Вологде количество водопотребителей составляет 26,2 % от абонентов централизованной системы водоснабжения Вологодской области. Первоочередные проблемы, требующие решения, связаны с наличием в обработанной воде хлороформа и остаточного алюминия. Причинами наличия этих ингредиентов являются ошибки, допущенные ранее при проектировании и строительстве блоков водопроводных очистных сооружений и динамика качества исходной воды. Эти причины были проанализированы и выявлены ранее и представлены в [1].

Для повышения барьерных возможностей водопроводных очистных сооружений Вологды специалистами ресурсоснабжающей организации МУП ЖКХ «Вологдагорводоканал» было принято решение модернизировать реагентное хозяйство в соответствии с современными тенденциями в технологиях очистки природных вод, требованиями санитарных правил и норм СанПиН 2.1.4.1074-01 и гигиенических нормативов ГН 2.1.5.1315-03.

Разработанные технические и технологические решения основаны на применении новых реагентов: сульфата аммония для преаммонизации исходной воды перед её первичным хлорированием и использовании порошкового активированного угля в процессе осветления и отстаивания. Существующее реагентное хозяйство модернизировано с применением автоматических устройств приготовления, хранения и дозирования коагулянтов и флокулянтов. В полном объёме введен в действие блок стабилизации обработанной воды перед подачей её в распределительные сети.

Анализ практики использования сульфата аммония в технологии обработки воды показал существенный эффект снижения образования хлорорганических соединений при обеззараживании воды и позволил привести качество обработанной воды по этим показателям в соответствие с нормативом. Первоначально в исходную воду дозируется сульфат аммония, спустя 2 минуты добегаания воды по водоводу вводятся первичный хлор и коагулянт перед смесителем. Ввод флокулянта производится в камеры хлопьеобразования. Доза сульфата аммония рассчитывается в отношении 1 кг сульфата аммония к 6 кг хлора по активному веществу по результатам опытно-промышленных испытаний. Сульфат аммония вводится дробно двумя порциями: вторичный ввод сульфата аммония производится в резервуар-усреднитель. Порошковый активированный уголь добавляется в карман скорых фильтров. Доза порошкового

активированного угля составляет 400 кг в сутки или 4 мг/л. Стабилизация воды проводится добавлением кальцинированной соды: доза кальцинированной соды, по результатам пуска-наладочных работ, принята 2 мг/л. Ввод кальцинированной соды производится за блоком ультрафиолетового обеззараживания. Вторичный хлор вводится перед резервуарами чистой воды. Анализ эффективности модернизации реагентного хозяйства по результатам первичного периода эксплуатации показывает правильность выбранной концепции совершенствования водоподготовки в системе водоснабжения города Вологды.

1. Журба, М. Г. Очистка природных вод, содержащих антропогенные примеси / Журба М. Г., Говорова Ж. М., Приемышев Ю. Р., Лебедева Е. А. // Практическое пособие. Вологда : ВоГТУ, 1998. – 104 с.

## **ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ**

***Н.В. Чучин***

***А.А. Сеницын***, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Газификация регионов России – одно из наиболее масштабных и социально значимых направлений работы государства.

В последнее время в нашей стране участились инциденты, аварии и несчастные случаи, связанные с использованием природного газа. За десять лет в России произошло 3510 происшествий, в которых погибли 2342 человека, а статистика последних двух лет превышает многолетний показатель в два раза. По данным ОАО «Росгазификация» ежегодно в жилом секторе происходит более 230 происшествий, связанных с использованием газа в быту. По данным Минстроя за последние пять лет в результате неправильного использования газового оборудования в России погибли более 2000 человек.

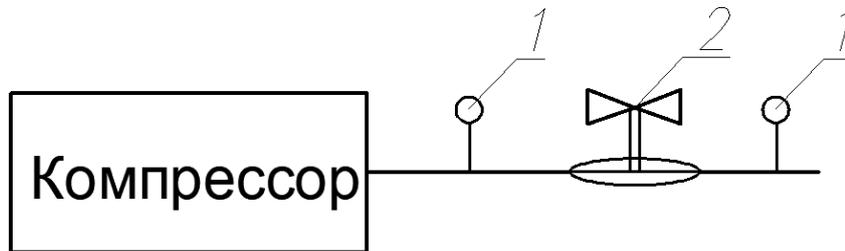
Статистика показывает, что системы газоснабжения не совершенны и требуют дополнительных доработок и исследований.

Одним из устройств, позволяющим повысить безопасность газоиспользующего оборудования, является стабилизатор давления газа.

Стабилизаторы давления – устройства, предназначенные для гашения гидравлических ударов, провалов давления и вибраций, возникающих в трубопроводной системе, путем диссипации энергии колебаний рабочей среды, упругодемпфирующего воздействия на нее в демпфирующих камерах.

Стабилизатор благодаря своим качествам обеспечивает автоматическое поддержание заданного значения выходного давления независимо от изменения расхода и входного давления.

Для изучения СДГ и моделирования аварийной ситуации была спроектирована и смонтирована установка (рис.) для проведения эксперимента.



*Рис. Схема экспериментальной установки:  
1 – манометр, 2 – стабилизатор давления газа*

Цель эксперимента – проверить, как поведет себя стабилизатор давления газа в случае сверхнормативного повышения давления газа в газопроводе из-за аварии на газорегуляторном пункте.

В ходе опыта компрессором повышалось давление до 1,2 МПа (высокое давление первой категории [1]). С помощью манометров определялось давление до и после стабилизатора давления газа. Давление после СДГ не превысило максимально допустимое давление согласно паспорту прибора.

Лабораторные исследования, проведенные по изучению безопасности стабилизаторов давления газа, показали, что в случае аварии на ГРП СДГ будет обеспечивать допустимое давление перед ГИО.

Резюмируя, обозначим ключевые преимущества применения стабилизаторов давления газа в газораспределительных сетях низкого давления:

- возможность обеспечения удаленных потребителей необходимым давлением, при этом поддерживая номинальное давление у газовых приборов, расположенных непосредственно у пунктов редуцирования газа;
- сокращение затрат на строительство новых сетей;
- безопасная подача газа потребителям в тупиковых газораспределительных сетях;
- гашение колебаний давления газа, которые происходят во время пиковых нагрузок и из-за сезонности работы ГИО;
- обеспечение экологически чистого, рационального сжигания газа в газоиспользующих приборах;
- исключение отрыва пламени горелок газовых приборов при сверхнормативном повышении давления газа.

1. СП 62.13330.2011\* Газораспределительные системы. Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002 (с Изменениями № 1, 2)

## ЦИФРОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫСОТ ОБЪЕКТОВ

*С.И. Беляева*

*А.В. Белый, научный руководитель, канд. геогр. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Для выполнения кадастровых работ очень важно иметь полную информацию о местности. Такие данные, как географические координаты, прямоугольные геодезические координаты, расстояния между объектами, достаточно просто получить, пользуясь общедоступными ресурсами, такими как Яндекс карты, Гугл карты, 2ГИС и другие. Сложнее ситуация обстоит с рельефом местности, а конкретно с высотами в той или иной точке местности. Высоты объектов можно измерить непосредственно, используя известные полевые геодезические методы, но зачастую это требует больших материальных затрат и занимает очень много времени. То есть данные способы не всегда являются экономически эффективными. Соответственно для определения высот объектов нужно использовать другие источники.

Цель моего исследования – найти возможности оперативного представления информации о рельефе местности.

Задачи:

1. Ознакомление с информационными ресурсами отображения высоты местности.
2. Определение наиболее удобного в использовании источника, который содержит много информации об интересующем объекте.

С помощью поисковой системы было найдено много ресурсов, в которых содержится немало информации о рельефе. Обратим внимание на некоторые из них.

Первый электронный ресурс – CalcMaps. Этот сайт многофункционален. Здесь помимо высоты любой точки, можно узнать ее географические координаты, площадь и периметр области карты, если это необходимо – расстояние между несколькими объектами, причем все данные приводятся в различных единицах, например значение высоты высчитывается в метрах и футах.

Следующий источник, который мне удалось найти, – Antenna102.ru. Здесь изображение местности представлено в виде плана и в виде снимков со спутника. На данном ресурсе можно также узнать высоту интересующей точки в метрах, но здесь мы не найдем географических координат. Зато есть дополнительные возможности – функция панорамного обозрения с высоты птичьего полета.

Следующий сайт – Votetovid.ru, – в отличие от других, позволяет сразу визуальнo оценить ситуацию. На нем разными цветами показан рельеф, а на-

жав на любую точку на карте, показывается высота в метрах и географические координаты. В данном ресурсе есть изображение в различных моделях, то есть можно переключать и пользоваться той, в которой удобно работать. Также мы можем на данной карте измерить расстояние между точками. Как дополнительная особенность этого сайта – здесь есть фотографии практически с любой точки мира.

Еще один ресурс, который также может использоваться для изучения рельефа местности, – Radiofanatic.ru. На нем, по сравнению с предыдущими сайтами, мы сможем извлечь не так много информации – здесь показываются только высоты точек в метрах. Но как дополнительная функция – возможность получить профиль высот, если отметить две и более точек на карте.

В таблице представлены преимущества и недостатки рассмотренных электронных ресурсов.

Таблица

### Сравнение информационных ресурсов

	CalcMaps	Antenna102.ru	Votetovid.ru	Radiofanatic.ru
Высота над уровнем моря	+	+	+	+
Географические координаты	+	-	+	-
Площадь территории	+	-	-	-
Расстояние между объектами	+	-	+	-
Визуальное цветное отображение рельефа	-	-	+	-
Дополнительные функции	+	+	+	+
Спутниковое изображение	+	+	+	-
Удобство использования	+	+	+	-

Если проанализировать данную таблицу, то можно сказать, что все эти информационные ресурсы могут использоваться в кадастровой деятельности. Но если в исследовании недостаточно информации только о высоте объекта, то лучше использовать тот ресурс, где есть и другие данные, например географические координаты, расстояния между точками и другие.

Таким образом, в ходе исследования были найдены несколько ресурсов, информация из которых дает представление о рельефе местности. Все они отличаются друг от друга. Решить, которым из них пользоваться нужно, можно исходя из того, какие еще данные об объекте необходимы помимо высоты.

1. Заварин, Д. А. Современное оборудование, приборы и методы исследования землеустройства и кадастров // Проблемы предпринимательской и инвестиционно – строительной деятельности, материалы Двенадцатой научно-технической конференции. – А.Н. Асаул. – 2015. – С. 114–120.

## ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОНИТОРИНГА ПУНКТОВ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

**Н.А. Крылов**

**Н.В. Анисимов**, научный руководитель, ст. преподаватель

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Геодезические сети – сети, обеспечивающие распространение координат на территории государства, являющиеся исходной для построения других геодезических сетей. Мониторинг пунктов государственной геодезической сети необходим для осуществления кадастровой деятельности, проведения инженерно-геодезических изысканий, топографической съемки местности. В связи с этим, задачами мониторинга являются проверка физического состояния геодезического знака, анализ влияния антропогенных, биологических и других факторов на физическое состояние пункта. В настоящее время в Вологодской области 2115 пунктов государственной геодезической сети. В Вологодской области мониторинг пунктов осуществляет Управление Росреестра по Вологодской области. В период с 2014 по 2019 год Управлением было обследовано 215 пунктов – 10 % от общего числа. Из них сохранились центры в 148 пунктах сети, сохранились наружные знаки в 20 пунктах, не были обнаружены 44 пункта, нет доступа к 23 пунктам.

А	В	С	Д	Е	Е	Г	Н	И	Ж	К
Порядковый номер	Название пункта	Учетный номер	Тип знака, класс	Высота знака (м)	Тип центра	X	Y	Район	Ссылка на фотографию	
30	Кривцово	35.19.2.38	сигн. 3 кл.	17,6	Центр 2 оп	274767,66	1288587,3	Устюженский		
33	Нов.Иванц	35.19.2.39	сигн. 3 кл.	13,4	Центр 1	276443,99	1293308,5	Устюженский		
38	Холманы	35.19.2.40	сигн. 2 кл.	8,8	Центр 1	279286,93	1300139,5	Устюженский		
47	Алексино	35.19.2.41	сигн. 3 кл.	20,9	Центр 1	282821,73	1293352,6	Устюженский		
58	Кр.Пахарь	35.19.2.42	сигн. 2 кл.	18,7	Центр 1	288804,29	1308027,4	Устюженский		
63	Демцино	35.19.2.43	сигн. 2 кл.	18,4	Центр 1	290996,28	1301036,5	Устюженский		
67	Подъем	35.19.2.44	сигн. 3 кл.	18,2	Центр 1	292699,42	1295852,6	Устюженский		
73	Старое Ма	35.19.2.53	сигн. 2 кл.	19,0	Центр 37	294701,69	1288405,0	Устюженский		
76	Волосово	35.19.2.54	сигн. 3 кл.	8,7	Центр 1	296053,20	1301690,8	Устюженский		
77	Холменка	35.19.2.69	сигн. 2 кл.	18,9	Центр 37	297840,47	1311380,0	Устюженский		
84	Дорино	35.19.2.55	сигн. 2 кл.	24,1	Центр 37	301400,49	1280171,8	Устюженский		
85	Стар.Квасс	35.19.2.56	сигн. 3 кл.	24,1	Центр 2 оп	301003,93	1286721,0	Устюженский		
86	Балахтине	35.19.2.57	сигн. 3 кл.	13,9	Центр 1	300295,22	1294310,4	Устюженский		
88	Ленино	35.19.2.45	сигн. 2 кл.	39,3	Центр 1	302611,20	1263432,4	Устюженский		
89	Обухово	35.19.2.58	сигн. 3 кл.	16,4	Центр 1	303391,72	1301209,3	Устюженский		
90	Жуково	35.19.2.70	сигн. 3 кл.	33,8	Центр 1	302520,80	1315698,7	Устюженский		
91	Родишкин	35.19.2.71	сигн. 2 кл.	40,5	Центр 37	302128,22	1320069,2	Устюженский		
97	Рябинка	35.19.2.46	сигн. 3 кл.	27,9	Центр 2 оп	307258,30	1278893,6	Устюженский		
98	Люботово	35.19.2.59	сигн. 3 кл.	30,0	Центр 2 оп	307986,61	1288401,6	Устюженский		
99	Мыза-Тест	35.19.2.72	сигн. 2 кл.	28,4	Центр 37	306665,15	1308722,0	Устюженский		
101	Репный Бс	35.19.2.47	сигн. 2 кл.	39,3	Центр 37	309411,13	1270138,7	Устюженский		
102	Самойловк	35.19.2.60	сигн. 2 кл.	28,9	Центр 37	308072,93	1296840,2	Устюженский		
104	Езинец	35.19.2.73	сигн. 2 кл.	34,0	Центр 1	311017,82	1317266,2	Устюженский		

*Рис. 1. Интерфейс существующей базы данных*

Подавляющее большинство пунктов много лет не обследовались. Исходя из имеющихся данных, количество пунктов, которые сохранены и пригодны

для использования, – 148, что составляет 7 % от общего числа пунктов. К большинству из них доступ затруднён. Некоторые расположены на многокилометровом удалении от дорог в лесном массиве, затоплены или разрушены. В связи с этим, целью настоящей работы являлось создание базы данных пунктов государственной геодезической сети с указанием состояния каждого пункта для упрощения проведения мониторинга.

Для создания базы данных пунктов ГГС использовались данные с электронного ресурса geobridge.ru. Далее данные систематизировались и сохранялись в программе «Microsoft Excel». Интерфейс существующей базы данных представлен на рисунке 1. Созданная база данных импортировалась в программу QGIS, которая позволяет визуализировать в виде расположения точек на спутниковом снимке (рис. 2).

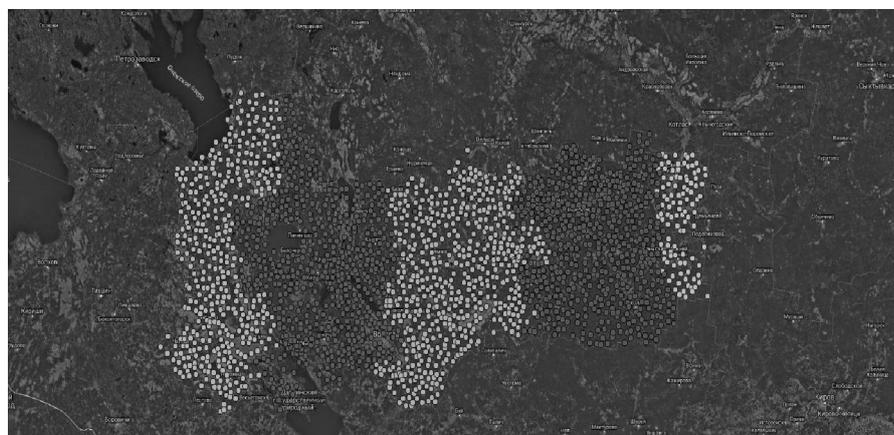


Рис. 2. Расположения пунктов ГГС на спутниковом снимке

В результате выполненной работы была создана база данных пунктов государственной геодезической сети (ГГС). Они были распределены по пяти зонам местной системы координат (МСК-35). Также у каждого пункта указан порядковый номер по каталогу, географическое наименование, учётный номер охранной зоны пункта, тип знака и класс, высота знака, тип центра, координаты в МСК-35 и принадлежность к муниципальному району.

В дальнейшем планируется составление базы данных обследованных пунктов ГГС в Вологодской области, добавление фотографий обследованных пунктов в базу данных, подготовка базы данных для использования в целях мониторинга пунктов, а также проработка возможности использования базы данных в других геоинформационных системах.

1. Анисимов, Н. В., Белый, А. В., Максимова, Н. К., Попов, Ю. П., Приятелёв, В. В. Геоинформационное и картографическое обеспечение экологических, экономических и социальных аспектов устойчивого развития Вологодской области. Материалы Международной конференции «ИнтерКарто. ИнтерГИС» 2019; 25(1):89–101 [Электронный ресурс] <http://doi.org/10.35595/2414-9179-2019-1-25-89-101>

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЦЕНТРОВ СТАНДАРТИЗАЦИИ И МЕТРОЛОГИИ ПРИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТАХ В КАДАСТРЕ

*Т.В. Маклакова*

*А.В. Белый, научный руководитель, канд. геогр. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В современных условиях в Российской Федерации особую актуальность приобрели отношения, связанные с ведением государственного кадастра недвижимости.

Неотъемлемой частью кадастровой деятельности являются геодезические измерения местности. Одним из важных составляющих факторов измерений в геодезическом производственном процессе считаются средства наблюдений и замеров. Все геодезические приборы и инструменты должны быть поверены. Поверки происходят на предмет соответствия их технических характеристик метрологическим эталонам единиц измерения тех параметров, которые измеряет данный прибор. Для подтверждения точности приборов существуют сертифицированные центры метрологических служб.



*Рис. Расположение ЦСМ на Центральном, Северо-западном, Приволжском и Уральском федеральных округах*

На официальном сайте федерального агентства по техническому регулированию и метрологии «РОССТАНДАРТ» был взят перечень сертифицированных центров метрологии, на основе которого была составлена карта их месторасположения по округам. На территории РФ достаточное количество центров стандартизации и метрологии (ЦСМ).

Рассматривая Центральный, Северо-Западный, Приволжский и Уральский федеральные округа, можно отметить, что практически в каждом регионе присутствуют данные центры ЦСМ (рис.).

Исследуя Северо-Западный федеральный округ, выяснилось, что каждый субъект, находящийся в границах округа, имеет свой центр метрологии и стандартизации, за исключением Новгородской области и Ненецкого автономного округа, там ЦСМ отсутствуют. В среднем расстояние от центров стандартизации геодезического оборудования до крупных городов 278 км.

Северо-западный округ и округа, граничащие с ним, обеспечены метрологическими услугами. Геодезические работы связаны с перемещением специалистов по всей территории региона, поэтому расстояние не служит отрицательным фактором в этом вопросе.

1. Сергеев, А. Г. Метрология и метрологическое обеспечение / А. Г. Сергеев. – Москва : Высшее образование, 2015. – 576 с.

2. Димов, Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация / Ю. В. Димов. – Москва : Питер, 2013. – 496 с.

## **СОЗДАНИЕ КАРТЫ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ, УТОЧНЯЕМЫХ КАДАСТРОВЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ**

*Н.А. Маркова*

*Д.А. Заварин, научный руководитель, канд. экон. наук, доцент*

*Вологодский государственный университет*

*г. Вологда*

В данном докладе будут рассмотрены работы по уточнению границ земельных участков, которые в исследуемой организации занимают 66 % от работ по оформлению межевых планов и 39 % от всех договоров данной организации.

Инновационность исследования состоит во внедрении в логистическую практику предприятия электронной карты мест выполнения кадастровых работ по уточнению земельных участков.

Проблемой исследования является пространственная неравномерность распределения объектов кадастровых работ по уточнению земельных участ-

ков. Основная цель – исследование пространственных характеристик объектов уточнения при проведении кадастровых работ.

Задачи исследования: анализ пространственного распределения кадастровых работ в ООО «Кадастр-сервис» и определение перспективных мест выполнения работ.

В рамках исследования определена удаленность всех объектов уточнения от офиса организации, находящегося по адресу г. Вологда, ул. Козленская, д. 45, за период 2017–2019 г.

Средняя удаленность составляет 86 км, при этом максимальное удаление объекта равняется 477 км (Кичменгско-Городецкий район, д. Плоская), а минимальное – менее 10 км, то есть на территории Вологды.

Кроме того, определено, что работы ведутся в 12 районах Вологодской области из 26. Наибольшее количество объектов уточнения сосредоточено в Вологодском, Бабушкинском, Грязовецком и Сокольском районах. Однако в 14 районах, таких как, например, Бабаевский, Белозерский, Нюксенский, Харовский, работы не проводятся.

При этом в районах с наибольшим количеством объектов уточнения, но большим удалением, следует рассмотреть вопрос открытия там дополнительного офиса, например в Бабушкинском районе. Это позволит сэкономить на транспортных расходах и снизить временные затраты на выполнение работ. А также из-за близости потребителя кадастровых работ возможно увеличение количества заявок.

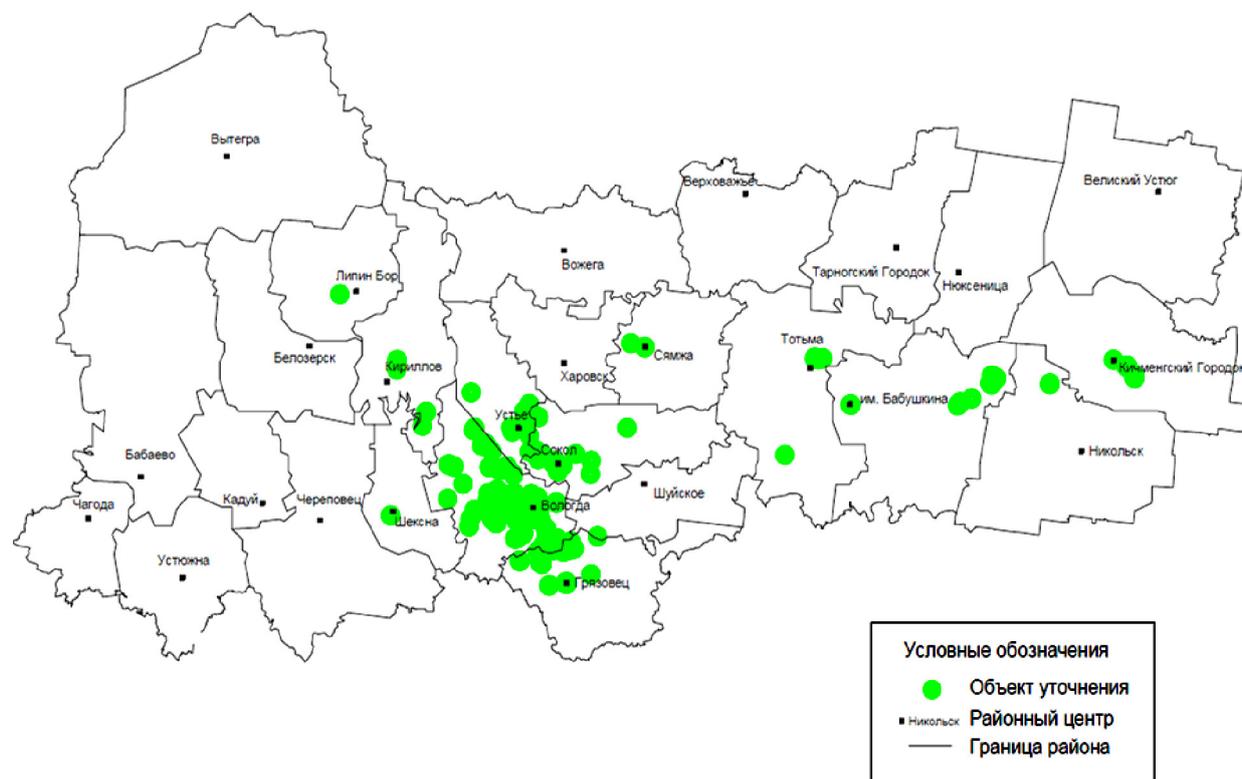


Рис. Карта пространственного распределения объектов уточнения

В результате исследования создана карта пространственного распределения объектов уточнения (рис.). Из нее видно, что большая часть объектов уточнения сконцентрирована в центральной части области, в частности в Вологодском и смежных с ним районах. Кроме того, объекты уточнения в значительном количестве расположены на юго-востоке области. При этом на северо-востоке и западе области уточняемые объекты, с которыми работает ООО «Кадастр-сервис», отсутствуют.

К основным рискам можно отнести: неравномерность заказа работ собственниками земельных участков и состояние дорожной сети.

Плюсами внедрения электронной карты мест выполнения работ по уточнению являются:

- сокращение времени работ, перспектива открытия в районах новых представительств,
- сокращение затрат на горюче-смазочные материалы,
- освоение новых востребованных рынков.

Таким образом, в ходе исследования выяснено, что в пространственном отношении большинство работ проводится вокруг г. Вологды и по трассе Вологда–Никольск. А также построена карта пространственного распределения объектов уточнения.

1. Маркова, Н. А. Определение оптимального сезона при уточнении границ и площади земельного участка / Маркова Н. А. // НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ И ОТКРЫТИЯ 2019: сборник статей XII Международного научно-исследовательского конкурса – Пенза : МЦНС «Наука и Просвещение». – 2019. – 332 с.

## **ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ WEB-АТЛАСА КОТЛАССКОГО РАЙОНА АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ (НА ПРИМЕРЕ QGIS)**

*А.А. Махина*

*П.Н. Брагин, научный руководитель, канд. геогр. наук, доцент*

Ярославский государственный педагогический

университет им. К.Д. Ушинского

г. Ярославль

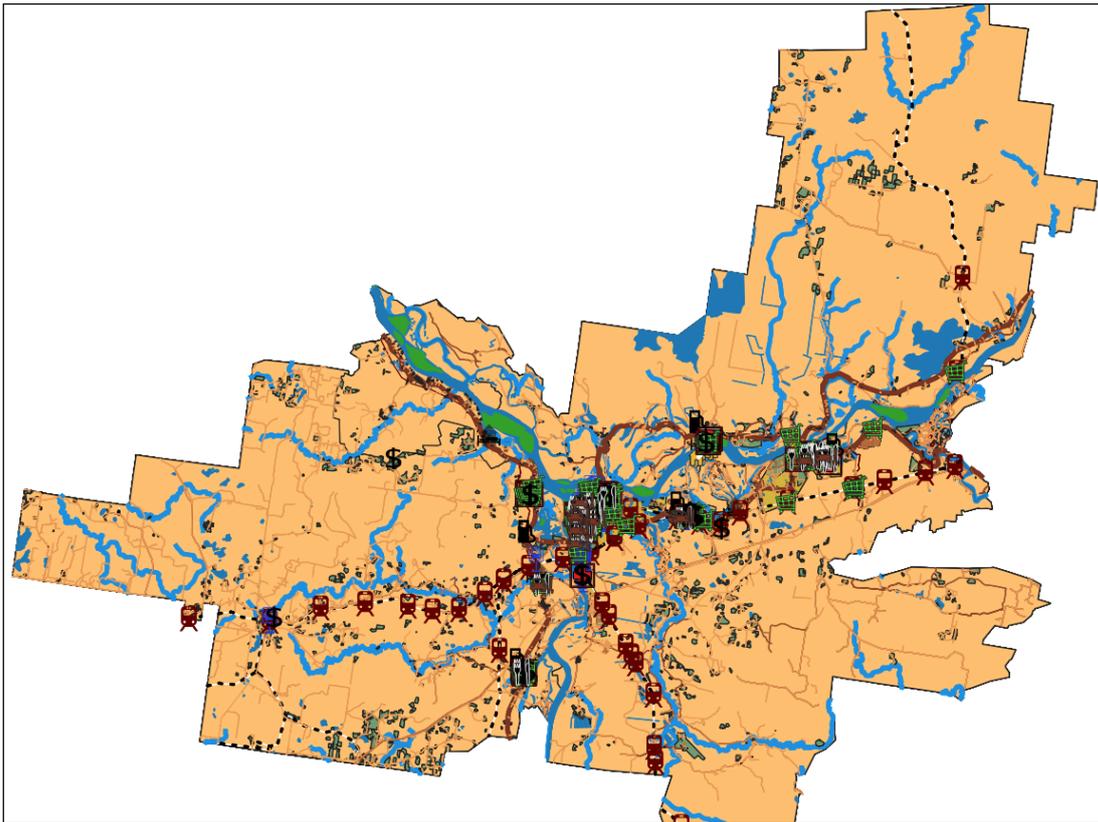
Котласский район расположен в юго-восточной части Архангельской области. Район состоит из 4 муниципальных образований: Приводинского, Сольвычегодского, Шипицынского, Черёмушского и городских округов «Коряжма» и «Котлас». На территории района находятся 3 города: Котлас, Коряжма (областного значения) и Сольвычегодск.

Для этого района мной была создана карта в программе CorelDraw. Исходный материал в виде карт по Котласскому району был представлен в формате графического пакета. Функциональность данного программного продукта не соответствовала задачам создания интерактивного атласа. Так, функции программы позволили осуществить оцифровку границ района и всех географических объектов. А также с помощью программы были нанесены пунсоны, обозначающие местоположение туристско-рекреационных объектов. Цель продукта этой работы – представление на карте объектов туризма. Но не было учтено, что в графической программе нельзя каждому объекту дать географические координаты. Данная программа даёт возможность сделать только красивую картинку, которую можно использовать в качестве подложки при оцифровке. Но вот работа с этой созданной картинкой ограничена: ее не разместить на каком-либо карт-сервисе, не добавить и не изменить информацию. Сделать статистику или выборочную выборку, создать диаграммы или добавить информацию про тот или иной объект также не представляется возможным.

Поэтому в первую очередь решалась задача по преобразованию исходной оцифровки, выполненной в CorelDraw, в формат, позволяющий отображать пространственные объекты в реальных географических координатах. Во-вторых, объекты должны содержать дополнительную атрибутивную информацию. В результате было принято решение трансформировать исходную модель данных из формата CorelDraw в формат данных геоинформационных систем. В качестве конечного программного продукта был выбран QGIS.

Компьютерная программа QGIS содержит в себе широкий функционал: привязка раstra к системе географических координат, векторизация географической основы, создание слоев и другие. Самое главное отличие – с продуктом, сделанным в этой программе, можно выполнять различные операции: создание геоданных, добавление и изменение материала, выполнение выборки с помощью таблиц атрибутов, выполнение анализа и другие.

Результатом трансформации мы получили набор данных в QGIS. Каждый слой приставлен в пяти форматах векторных файлов: dbf, prj, qprj, shp и shx. Для систематизирования туристско-рекреационных объектов мы берём классификацию Н. П. Крачило 1980 года, в которой все ресурсы разделены на три группы: природные, культурно-исторические и социально-экономические объекты [1]. Поэтому в web-атласе будет три тематические карты. Ниже приведен фрагмент web-атласа.



*Рис. Фрагмент web-атласа*

В интерактивной карте каждый объект будет нести в себе информацию. С помощью гиперссылки можно будет перейти на сайт данного объекта или прочитать информацию в сплывающем окне. Также планируется нанести на карты существующие маршруты по объектам Котласского района.

1. Крачило, Н. П. Основы туризмоведения / Н. П. Крачило // Киев : Вища школа – 1980. – 117 с.

## **ЦИФРОВЫЕ РЕШЕНИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ГОРОДА**

*А.А. Соломатина, И.Г. Метелкина*

*С.А. Атаманов, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент  
Московский государственный университет геодезии и картографии  
г. Москва*

Актуальность темы научной статьи в условиях формирования цифровой экономики заключается в наличии проблем с внедрением инновационных технических решений.

Целью исследования является определение значения цифровых решений в управлении и развитии города.

Основные задачи, решающие поставленную цель, – анализ систем, отвечающих требованиям к умным городам, а также выявление факторов, влияющих на внедрение таких инструментов.

В качестве базовых требований стандарта «Умного города» [1], разработанного Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, выделены 8 направлений (табл.).

По каждому требованию для анализа были рассмотрены проекты из банка решений [2].

Таблица

### Описание выбранных для анализа решений

Наименование базового требования	Наименование исследуемого решения	Описание платформы
Городское управление	Единая цифровая платформа умного города	Среда трехмерных моделей объектов управления и наблюдения, сформированных на базе геодезических измерений, позиционированных в единой системе координат и времени, с описательными сведениями и техническими характеристиками.
Умное ЖКХ	Облачная система управления техническим обслуживанием и ремонтом зданий КСУТО	Облачная система управления техническим обслуживанием и ремонтом зданий, сооружений и оборудования.
Инновации для городской среды	Единая система мониторинга городской инфраструктуры «Умная опора Unilight»	Интеллектуальный программно-аппаратный комплекс, позволяющий в рамках единой информационной платформы осуществлять мониторинг и управление городской обстановкой, объединять полученные данные и создавать специальные алгоритмы адаптивного управления транспортной инфраструктурой.
Умный городской транспорт	Региональная навигационно-информационная система (РНИС)	Система в режиме реального времени, централизованный мониторинг, контроль и анализ выполнения всей транспортной работы в субъекте Российской Федерации.
Интеллектуальные системы общественной безопасности	Интеллектуальная платформа обеспечения безопасности SKYTRACKING SECURITY PLATFORM (STSP)	Интеллектуальная платформа обеспечения безопасности объекта/совокупности объектов/города, объединяющая совокупность агрегированных показателей состояния объекта.

Окончание табл.

Интеллектуальные системы экологической безопасности	Единый городской фонд данных экологического мониторинга	Система формирования отчетов и прогнозов, которые впоследствии доступны органам государственной власти и населению.
Инфраструктура сетей связи	Система управления географически распределенными ЦОДами инфраструктуры «Умного города»	Системы интегрированного управления масштабируемых географически распределенных центров обработки и хранения данных, каналы связи которых защищены квантовыми технологиями.
Туризм и сервис	Единая информационная инфраструктура в области культуры и туризма региона на базе открытых данных	Система продвижения внутреннего культурно-туристического продукта отдельного региона посредством IT-технологий.

По результатам анализа был выявлен общий перечень проблем, решаемых цифровыми технологиями для более качественного управления и развития города:

- время, затраченное на обработку данных и получение результата;
- недостаток финансирования на разработку и внедрение программного обеспечения;
- отсутствие интегрированных систем для передачи межведомственных данных в едином формате;
- невозможность интеграции с другими автоматизированными системами;
- недостаточное обеспечение требований информационной безопасности.

1. Проект цифровизации городского хозяйства «Умный город» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://www.minstroyrf.ru/upload/iblock/74f/Standart.pdf>

2. Банк решений умного города [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://russiasmartcity.ru/>

## ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ ПРИ СОСТАВЛЕНИИ КАДАСТРОВЫХ ДОКУМЕНТОВ

*Д.И. Туманова*

*Д.А. Заварин, научный руководитель, канд. экон. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Кадастровая деятельность является одним из важнейших инструментов государственного управления земельным фондом страны, который реализуется посредством кадастрового учета земельных участков.

Кадастровые работы включают в себя регламентированные мероприятия по формированию участков земли с целью установления их особых свойств, признаков и характеристик, позволяющих индивидуализировать указанный объект. При выполнении кадастровых работ перед кадастровым инженером стоит задача определения координат объекта недвижимости, а также последующее пространственное отображение земельных участков и объектов недвижимости. Пространственные данные о земельных участках получают в рамках различных технологий.

Целью исследования является оптимизация получения и использования исходной геодезической информации при помощи различных геоинформационных систем и интернет-ресурсов.

Также были поставлены определённые задачи:

- изучение состава кадастровых работ;
- исследование открытых информационных источников;
- ознакомление с методами получения справочной информации при геодезических измерениях;
- изучение процесса составления технического плана и непосредственно его оформление.

Выполнение кадастровых работ производится в определенной последовательности и состоит из следующих этапов:

1. Подготовительный.
2. Полевой.
3. Камеральный.

На подготовительном этапе кадастровый инженер занимается сбором исходных данных об объекте кадастровых работ.

Следующий этап – полевые работы, которые состоят в выезде на местность и определении координат характерных точек границ объекта недвижимости с помощью специального геодезического оборудования.

Заключительным этапом кадастровых работ является камеральный этап. В процессе работ на данном этапе производится обработка данных, полученных в результате геодезических измерений, и необходимых расчётов.

Результатом кадастровых работ может быть межевой план, технический план или акт обследования.

Более детально в ходе исследования рассматривается оформление кадастровых документов на примере технического плана участка газораспределительной сети с. Никольское Кадуйского района Вологодской области.

Технический план включает текстовую и графическую части.

В настоящее время для составления технического плана широко используются различные программные комплексы, которые, в свою очередь, способствуют увеличению производительности, точности при оформлении результатов геодезической и кадастровой деятельности.

Для создания технических планов используют такие программы, как: «Зем.дело 8.1: межевой и технический план», «ПроГео», «ТехноКад-Экспресс», «Полигон Про – Технический план» и другие программные обеспечения.

Помимо традиционного способа получения кадастровой и геодезической информации, в настоящее время активно используют различные картографические интернет-ресурсы и геоинформационные системы, которые представлены спутниковым изображением местности. Одним из источников информации о плановом положении является публичная кадастровая карта (ПКК).

ПКК создаются в соответствии с реальной информацией. Кадастровая карта позволяет определить округ, район, квартал и участок кадастра. По снимкам со спутников можно установить контуры, конфигурацию и местоположение земельного участка и объектов недвижимости.

Применительно к объекту исследования на ПКК можно заметить, что газораспределительная сеть расположена вдоль дороги, с отображением её охранной полосы. Участок газораспределительной сети проведен к земельному участку с кадастровым номером 35:20:0202049:6. Данный участок предоставлен для ведения личного подсобного хозяйства площадью 1008 м<sup>2</sup> и расположен в землях населенных пунктов. На территории участка расположено строение, лесопосадки, по границе участка установлен забор.

Можно сделать вывод, что при проведении кадастровых работ, помимо традиционных этапов выполнения, необходимо использование геоинформационных систем и открытых информационных ресурсов, которых в настоящее время достаточно много в современных информационных сетях.

Основными источниками кадастровой и геодезической информации являются ПКК, различные спутниковые изображения глобальных поисковых сетей, а также специализированные геодезические сайты. Использование таких ресурсов значительно повышает уровень автоматизации в сфере кадастра, позволяет осуществить проведение автоматического контроля в процессе кадастрового учета, свести ошибки к минимуму и сократить время работ.

1. Туманова, Д. И. Использование открытых геоинформационных ресурсов для целей геодезии и кадастра // Закономерности и тенденции инновационного развития общества: Сборник статей по итогам Международной научно – практической конференции. – Волгоград: – Стерлитамак : АМИ, 2018.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕСУРСОВ РОСРЕЕСТРА В ЦЕЛЯХ КАДАСТРОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

*Л.В. Шарунова*

*А.В. Белый, научный руководитель, канд. геогр. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Большое значение в любой сфере деятельности имеет развитие инновационных технологий. Сфера кадастровой деятельности не стала исключением. Кадастровая деятельность – это неотъемлемая часть ведения земельного кадастра, которая предполагает выполнение работ кадастровым инженером, результат которых позволит подготовить документы и внести всю информацию в государственный кадастровый реестр.

Кадастровая деятельность неотъемлемо связана с Росреестром. После того как организация вышла из офлайна и завела собственный официальный интернет-ресурс, многие кадастровые, картографические и геодезические данные стали доступны в режиме онлайн.

Данный ресурс позволяет получать сведения различного характера. Большим спросом среди кадастровых инженеров пользуется такой раздел, как Публичная кадастровая карта (ПКК). ПКК обеспечивает моментальный доступ к информации обо всех недвижимых объектах, числящихся в Росреестре: единицах административно-территориального деления, земельных участках, зонах с особыми условиями использования, объектах капитального строительства, административных границах, территориальных зонах и т.д.

Для простых граждан и потребителей кадастровых услуг важен раздел поиска специалиста, называется он «Реестр кадастровых инженеров». В нем можно найти интересующего вас специалиста.

В рамках данной работы было установлено количество кадастровых инженеров по отношению к площади и численности населения на примере регионов Северо-Западного федерального округа.

Рассмотрим относительный показатель кадастровых инженеров исходя из площади регионов Северо-Западного федерального округа. Площади регионов сильно варьируются: минимальную площадь имеет город Санкт-Петербург, а максимальную – Архангельская область. Также количество кадастровых инженеров в каждом регионе непостоянно и тоже варьируется: минимальное ко-

личество кадастровых инженеров в Ненецком автономном округе, а максимальное – в Санкт-Петербурге.

Исходя из данных, показатель количества кадастровых инженеров относительно площади варьируется в пределах от минимального значения равного 0,057 до максимального – 925,160 на одну тысячу квадратных километров (рис. 1).

Таким образом, наибольшая плотность кадастровых инженеров в городе федерального значения Санкт-Петербурге, а наименьшая – в Ненецком автономном округе. Изменение от наибольшего к наименьшему 16 230 раз, то есть на пять порядков, что показывает разительное отличие интенсивности земельных отношений северных тундровых малозаселенных территорий в сравнении с современным европейским городом-миллионником.

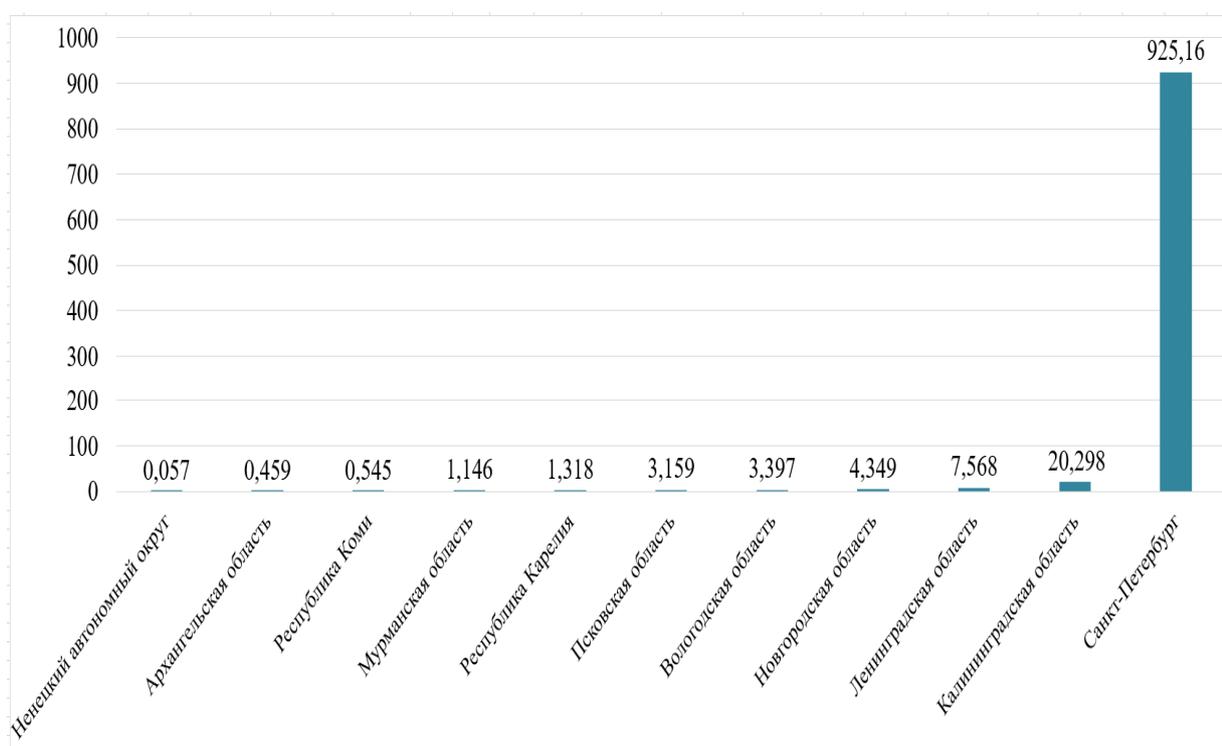


Рис. 1. Число кадастровых инженеров в Северо-Западном федеральном округе на тыс. км<sup>2</sup>

Рассмотрим относительный показатель кадастровых инженеров, исходя из численности населения в регионах Северо-Западного федерального округа. Численность населения в данных регионах варьируется: минимальное значение представлено в Ненецком автономном округе, а максимальное – в Санкт-Петербурге. А максимальное и минимальное количество кадастровых инженеров представлено соответственно.

Исходя из данных, показатель количества кадастровых инженеров относительно численности населения в регионах варьируется в пределах от минимального значения, равного 0,222, до максимального – 0,420. Наглядно показатель числа кадастровых инженеров указан на рисунке 2.

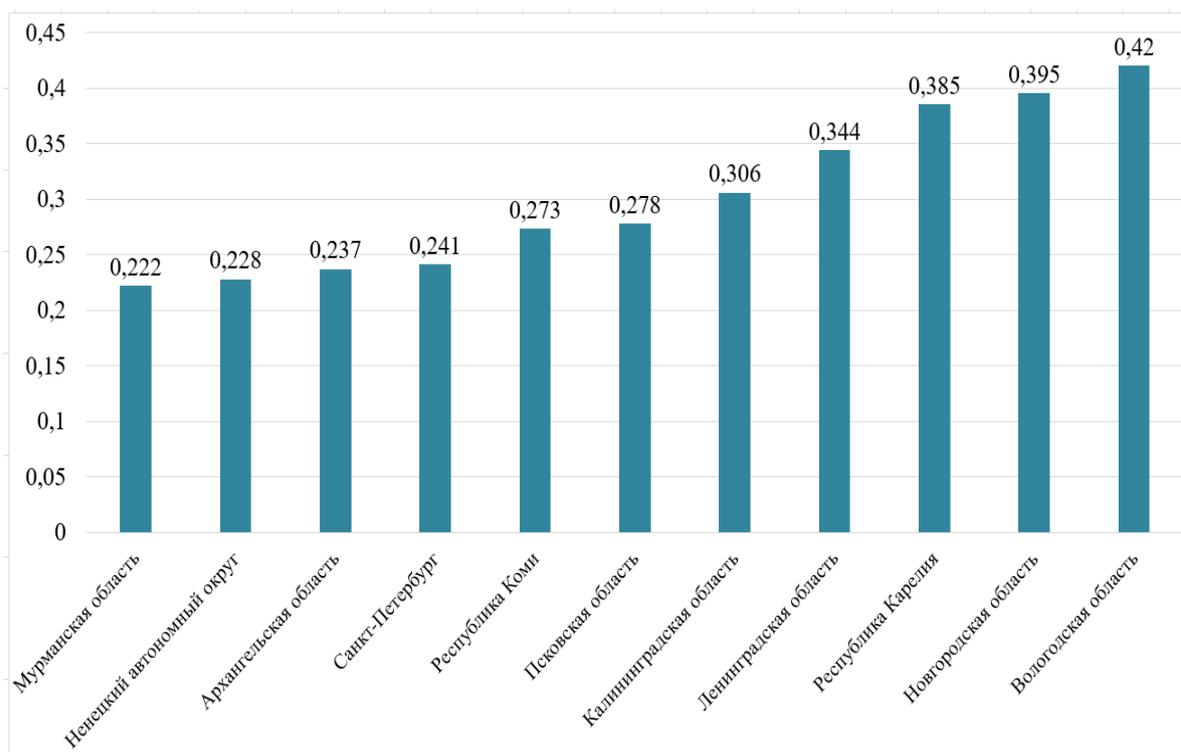


Рис. 2. Число кадастровых инженеров на тыс. человек населения в Северо-Западном федеральном округе

Таким образом, наибольшая плотность кадастровых инженеров в Вологодской области, а наименьшая – в Мурманской области. Изменение от наибольшего к наименьшему в 2 раза, что показывает плотную взаимосвязь земельных отношений с количеством населения, проживающем в том или ином регионе. То есть основным инициатором кадастровых работ, требующих наличие кадастрового инженера, выступают физические лица как собственники объектов недвижимости. Следовательно, спрос населения того или иного региона на кадастровые работы влечет выход на рынок примерно одинакового количество кадастровых инженеров.

По результатам исследования можно сделать вывод о том, что количество кадастровых инженеров мало связано с площадью региона, но при этом сильно зависит от населения того или иного региона Северо-Западного федерального округа.

1. Шарунова, Л. В. Исследование количества кадастровых инженеров по отношению к площади регионов Северо-Западного федерального округа // Лучшая научная статья 2019: сборник статей XXX Международного научно-исследовательского конкурса. – Пенза : МЦНС «Наука и Просвещение». – 2019. – С. 167–170.

2. Шарунова, Л. В. Исследование количества кадастровых инженеров по отношению к численности населения в регионах Северо-Западного федерального округа // Достижения вузовской науки 2019: сборник статей XI Международного научно-исследовательского конкурса. В 2 ч. Ч. 1. – Пенза : МЦНС «Наука и Просвещение». – 2019. – С. 263–266.

## ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЙ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЙ НА ПРИМЕРЕ КАДАСТРОВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

*А.Н. Шушкова*

*Д.А. Заварин, научный руководитель, канд. экон. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Актуальность исследовательской работы состоит в том, что образование земельных участков является одним из механизмов рационального использования земельных ресурсов, которые приводят к экономической, экологической и социальной выгоде. Уникальность данной исследовательской работы заключается в том, что в рамках производственной практики на данном предприятии такого рода исследования ранее не проводились.

Проблема исследовательской работы – пространственная неравномерность объектов кадастровых работ. Цель исследовательской работы – исследование сезонных и пространственных характеристик объектов кадастровых работ при образовании земельных участков. Задачами исследовательской работы являются:

1. Исследование пространственных характеристик объектов выполняемых работ.
2. Определение перспективных мест выполнения кадастровых работ при образовании земельных участков.

Причин, побуждающих выполнять кадастровые работы в отношении земельных участков, много, наиболее распространенной является формирование границ вновь образованного земельного участка (выдел, объединение, раздел, перераспределение и др.).

В данном исследовании статистические данные собраны на базе ООО «Кадастр-Сервис». Исследуемая организация производит широкий спектр кадастровых работ:

- кадастровые работы в связи с уточнением местоположения границ и площади земельных участков; в связи образованием земельных участков при разделе, объединении, перераспределении земельных участков или выделе из земельных участков, а также из земель, находящихся в государственной или муниципальной собственности;
- подготовка схемы расположения образуемых земельных участков на кадастровом плане территории;
- составление технических планов зданий, сооружений, помещений, объектов незавершенного строительства;
- составление актов обследования зданий, сооружений, помещений, объектов незавершенного строительства;
- исправление реестровых ошибок.

В рамках моего исследования рассматриваются образование земельных участков, которые из ряда общих видов работ составляют 19 % работ, выполняемых в десяти районах Вологодской области.

В рамках исследования на начальном этапе произведен анализ договоров подряда на выполнение кадастровых работ за период 2017–2019 года на предмет того, в какой период времени года наиболее часто заключаются договоры в данной организации. Таким образом, наибольшее число договоров было заключено летом и осенью. Образование земельных участков как вид работ инициируется собственниками земельных участков и зачастую сопряжен с выездом на местность.

На текущем этапе рассмотрен фактор выполнения кадастровых работ, который имеет не только временные характеристики, но и характеристики пространственного распределения. Объекты находятся в разных районах и населенных пунктах области и на разном удалении от офиса компании. Проанализировав договоры подряда, было выяснено, что данные кадастровые работы проводились в десяти районах Вологодской области из двадцати шести существующих. Например, самый ближний участок находился в с. Спасское Вологодского района в 6 километрах от офиса, а самый дальний – в д. Коряковская Кичменгско-Городецкого района в 357 километрах (460 километром по автодороге).

На основании данных о местоположении образующихся земельных участков была составлена карта пространственного расположения объектов образования земельных участков. Из карты следует, что большая часть кадастровых работ, связанных с образованием земельных участков, выполнялась в центральной части области в радиусе 50–70 км от Вологды. При этом в северных и западных районах области организация не проводила данные виды работ.

Таким образом, выявлены закономерности по сезонности выполнения данных видов работ – наиболее востребованным периодом для выполнения работ по образованию земельных участков среди собственников является лето-осень. Также были исследованы пространственные характеристики объектов выполняемых работ. Данный фактор, как расположение объекта работы, а именно расстояние от офиса организации, влияет как на время выполнения кадастровых работ, так и на их стоимость. По результатам исследования можно наметить возможные места размещения филиалов исследуемой организации, например в Тотьме и с. им. Бабушкина, а также по возможности увеличить объемы работ в тех районах, где работы не проводились, например в Вытегорском.

1. Шушкова, А. Н. Исследование наиболее востребованного времени года при образовании земельного участка // Современные научные исследования. Актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей IX Международной научно-практической конференции. – Пенза : МЦНС «Наука и Просвещение». – 2019. – С. 245–248.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФЛОРЫ СВАЛОК Г. ЖЛОБИНА****В.И. Акулова****Н.С. Шпилевская**, научный руководитель

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины

г. Гомель

Развитие промышленности и рост городов способствует улучшению уровня жизни населения, однако вместе с этим возникают санитарно-экологические проблемы. В нынешних городах расширяются границы жилого фонда и активно улучшается вся инфраструктура по жизнеобеспечению населения, поэтому немаловажным становится изучение вопросов, связанных с образованием большого количества отходов. Всё это негативно сказывается как на качестве жизни населения, так и на качестве окружающей среды, в том числе и на видовом разнообразии флоры.

*Цель* данной работы – исследовать влияние разного типа свалок на видовое разнообразие растений, произрастающих на них.

*Объект* исследования – флора района исследований (свалка ТБО Жлобинского района и полигон отходов ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» г. Жлобина).

Вопрос сбора и переработки отходов производства является очень актуальным по своей значимости. Сложившаяся ситуация с образованием, сбором, обезвреживанием и использованием отходов ведет к их накоплению, потерям природных ресурсов, возникновению процессов загрязнения окружающей среды. В Жлобинском районе ежегодно образуется порядка 1,1 млн тонн производственных отходов, из которых около 30 % направляется на захоронение, 27 % находится на объектах хранения предприятий, 34 % направляется на переработку и около 10 % используется в собственном производстве. Что касается коммунальных отходов, то ежегодно в Жлобинском районе образуется порядка 60 тыс. тонн твердых коммунальных отходов, основным способом обезвреживания которых является их захоронение на полигонах [1].

Наблюдения за состоянием растительного сообщества полигона ТБО Жлобинского района 2019 года позволили зафиксировать 19 видов растений: василек луговой (*Centaurea jacea* L.), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg.), клевер полевой (*Trifolium arvense* L.), лопух большой (*Arctium lappa* L.), пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski), лебеда раскидистая (*Atriplex patula* L.), ромашка пахучая (*Chamomilla suaveolens* (Pursh) Rydb.), паслен черный (*Solanum nigrum* L.), горец перечный (*Polygonum hydropiper* L.), осока волосистая (*Carex pilosa* Scop.), лебеда лоснящаяся (*Atriplex sagittata* Borkh.), горошек мышиный (*Vicia cracca* L.), полынь горькая (*Artemisia absinthium* L.), тимopheевка луговая (*Phleum pratense* L.), вейник наземный (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth), ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.),

полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris* L.), чистотел большой (*Chelidonium majus* L.), желтушник левкойный (*Erysimum cheiranthoides* L.).

На участке промышленной свалки ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» в это же время найдено 9 видов: ромашка пахучая (*Chamomilla suaveolens* (Pursh) Rydb.) ослинник двулетний (*Oenothera biennis* L.), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg.), Осина (*Populus tremula* L.), береза пушистая (*Betula pubescens* Ehrh.), золотарник обыкновенный (*Solidago virgaurea* L.), хмель обыкновенный (*Humulus lupulus* L.), марь белая (*Chenopodium album* L.), мох (*Rhodobryum roseum* (Hedw.) Limpr.).

В результате проведенных исследований флоры полигона ТБО Жлобинского района и участка промышленной свалки ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» можно сделать вывод, что на полигоне ТБО произрастает больше видов растений. Из диаграммы видно, что флора полигона ТБО представлена 9 семействами, а флора промышленной свалки 6 семействами. На обоих участках преобладающими семействами являются астровые (32 % и 37 % соответственно). Минимально представлены на полигоне ТБО осоковые, маковые, гречишные и пасленовые семейства (по 5 % каждое), на промышленной свалке – сосновые и кипрейные семейства (по 12 % каждое) (рис.).

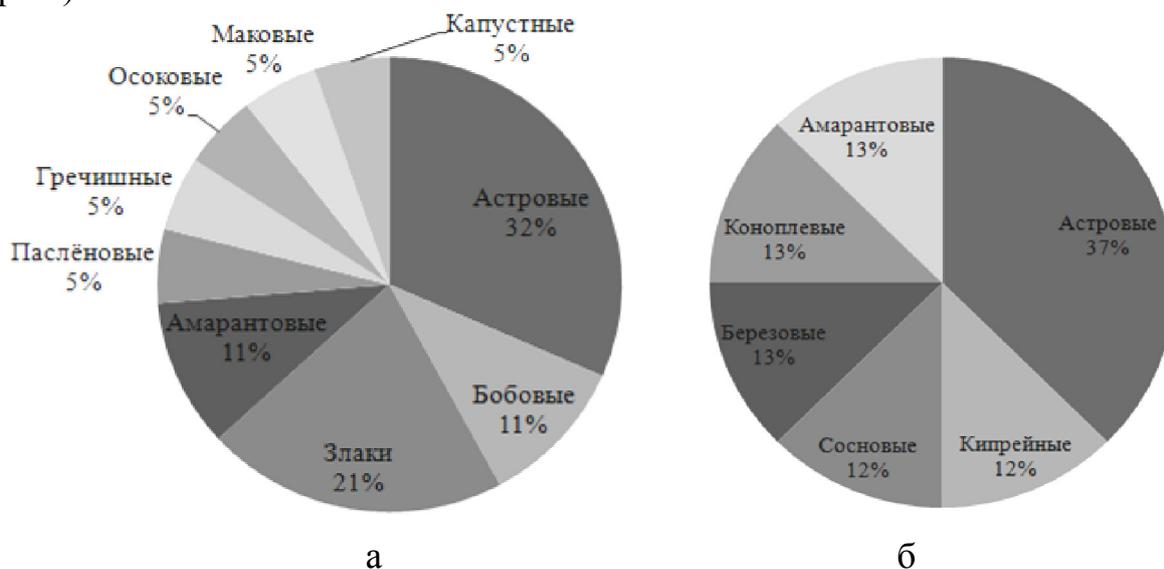


Рис. Спектр семейств растений полигона ТБО (а) и промышленной свалки ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» (б)

Как видно из диаграммы, наиболее распространенными семействами являются астровые и злаки, так как являются наименее прихотливыми растениями.

1. Сайт г. Жлобина [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://zhlobin.by>. – Дата доступа: 02.04.2020.

## ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЛЕСОПАРКОВУЮ ТЕРРИТОРИЮ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЗОНЫ

*А.А. Большакова*

*О.В. Ковалёва, научный руководитель, канд. биол. наук, доцент*  
Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины  
г. Гомель

Общая площадь лесного фонда в Республике Беларусь составляет 9598,5 тыс. га. Из них 1864,9 тыс. га приходится на Гомельскую область [1]. Леса и лесопарковые территории – одни из главнейших богатств Беларуси. Именно поэтому необходимо сохранять и приумножать этот ресурс. Однако зеленые насаждения нашей страны подвергаются не только воздействию комплекса негативных факторов окружающей среды, но и влиянию человека. Особенно явно это проявляется на урбанизированных территориях.

*Цель* данной работы – оценить влияние деятельности человека на лесопарковые территории вблизи ЗАО «Добрушский фарфоровый завод» (далее «ДФЗ»).

*Объект* исследования – лесопарковая зона в Добрушском районе, вблизи «ДФЗ». Работа основана на данных, полученных в результате исследований 2017–2019 гг. Исследования проводили маршрутно-полевым методом, методами наблюдения, обработки статистических данных.

Исследуемая лесопарковая территория полностью состоит из сосновых насаждений. К негативным факторам можно отнести часто повторяющиеся неблагоприятные климатические факторы (сильный ветер, засухи), развитие бактериальных, грибных и других заболеваний (рак серянка; корневые гнили, вызываемые корневой губкой; окаймленный трутовик). Завод же ежегодно выбрасывает в атмосферный воздух комплекс соединений (сера диоксид, сероводород, метан и др.). Все они приводят к снижению устойчивости, ослаблению древостоя, ухудшению его состояния [2].

Исследования показали, что единичные деревья поражены фитопатогенными грибами или болезнями, характерными для сосновых насаждений (рак серянка). Также распространёнными повреждениями в лесу являются ветровал, обдир коры. На исследуемых участках процент больных деревьев составлял 15–51 %. Наиболее встречаемыми болезнями в исследованных сосновых насаждениях являются рак серянка (17 %), бугорчатый рак сосны (6 %). Также отмечаются механические повреждения (8 %), что представлено на рисунке.

На основе расчетов рекреационной нагрузки можно сделать вывод о том, что лесопарк подвергается малой рекреационной нагрузке, т.к. ее фактическая величина меньше ожидаемой в 7 раз.

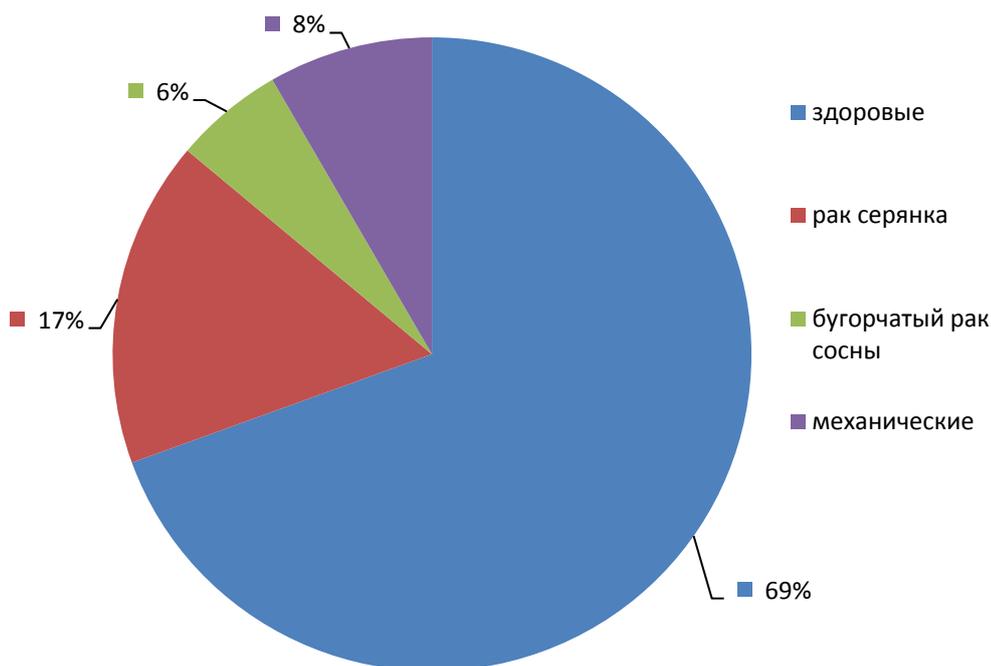


Рис. Соотношение количества поврежденных и здоровых деревьев на исследуемой территории

Несмотря на малую рекреационную нагрузку, в исследуемой лесопарковой зоне была установлена стадия дигрессии, главные признаки которой – вытоптанная площадь, уничтоженный подрост, поврежденные деревья, смена лесных трав на луговые и затем на сорные. Принято различать пять стадий дигрессии. Исследуемый участок относится ко второй из них. Она характеризуется наличием тропинок, вытаптыванием подстилки и проникновением опушечных видов растений под полог леса, обнажением минерального слоя почвы на 1,1–5,0 % площади. Образование сети тропинок связано с расположением леса между «ДФЗ» и остановками автотранспорта.

1. Главное статистическое управление Гомельской области [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://gomel.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/ekonomicheskaya-statistika/selskoe-lesnoe-i-rybnoe-khozyaystvo/lesnoe-khozyaystvo/godovye-dannye> – Дата доступа: 01.04.2020.

2. БелЛесЗащита Государственное учреждение по защите и мониторингу леса [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://bellesozaschita.by/front/ru/index?id=150> – Дата доступа: 01.04.2020.

## ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

*И.Д. Боровцов*

*О.В. Ковалёва, научный руководитель, канд. биол. наук, доцент*  
Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины  
г. Гомель

По численному населению и промышленному потенциалу Гомель занимает второе место среди городов Беларуси, а Гомельская область – самая большая по площади область республики, на территории которой проживает 1409,9 тыс. человек. Развитая промышленность, сеть коммуникаций, возможность трансграничного переноса загрязнений обуславливают актуальность и необходимость охраны окружающей среды, в том числе мониторинг состояния атмосферного воздуха.

*Цель* данной работы – проанализировать и оценить вклад стационарных и передвижных источников в загрязнение атмосферного воздуха на территории Гомельской области.

*Объект* исследования – состояние атмосферного воздуха в Гомельской области. Работа основана на данных, полученных в 2014–2018 гг.

Установлено, что на Гомельскую область приходится 15,9 % всех загрязняющих атмосферный воздух веществ. В 2018 г. в атмосферный воздух на территории области было выброшено 197,0 тыс. т загрязняющих веществ (96,6 тыс. т от мобильных и 100,4 тыс. т от стационарных источников) [1]. В среднем по области на одного жителя приходится 142 кг загрязняющих веществ (68 кг – от мобильных, 71 кг – от стационарных источников). Несмотря на то, что за последние 5 лет на территории Гомельской области наблюдается снижение валового выброса загрязняющих атмосферный воздух веществ и выбросов от мобильных источников (на 1,23–15,04 %), наблюдается увеличение доли стационарных источников в выбросах, загрязняющих атмосферный воздух. Так, в 2014–2017 гг. происходило увеличение выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников (на 5,0 % в течение 2015–2017 гг. по сравнению с 2018 г.), что представлено на рисунке 1.

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха на территории Гомельской области являются автотранспорт, деревообрабатывающая, нефтеперерабатывающая (в том числе химическая), целлюлозно-бумажная промышленность, производство минеральных удобрений, теплоэнергетика, машиностроение и станкостроение, предприятия лесной, электротехнической промышленности [2].

Основу загрязняющих веществ от стационарных источников Гомельской области составляют углеводороды (36 %), на втором месте – диоксид серы (более 17 %), на третьем – оксид углерода (17 %), на четвертом – неметановые

летучие органические соединения (НМЛОС) (более 12 %). Замыкают ряд диоксид азота, прочие, твердые вещества и оксид азота [1].

Для загрязняющих веществ мобильных источников характерен иной состав: на первом месте – углерода оксид, на втором – диоксид серы, на третьем – углеводороды. Следом располагаются сажа и диоксид азота (рис. 2).

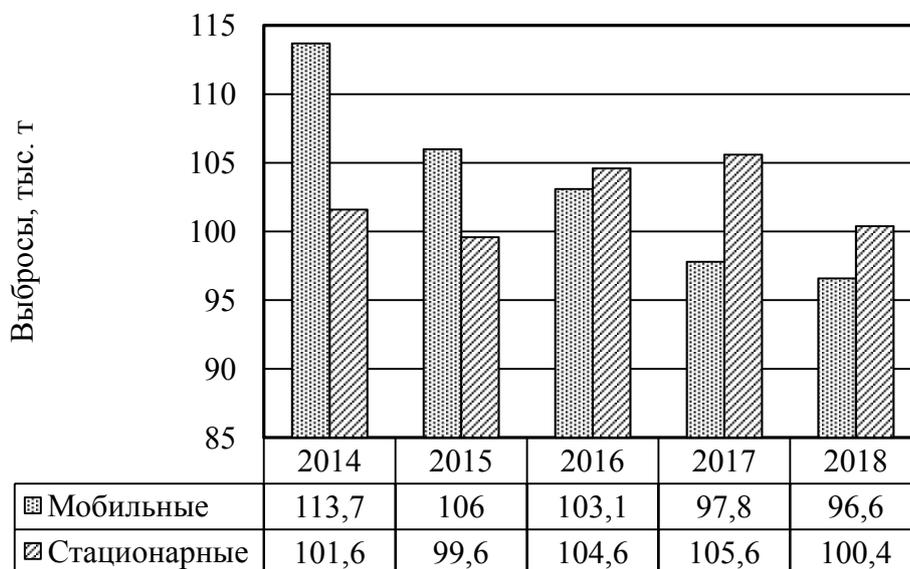


Рис. 1. Количество загрязняющих веществ от мобильных и стационарных источников загрязнения на территории Гомельской области

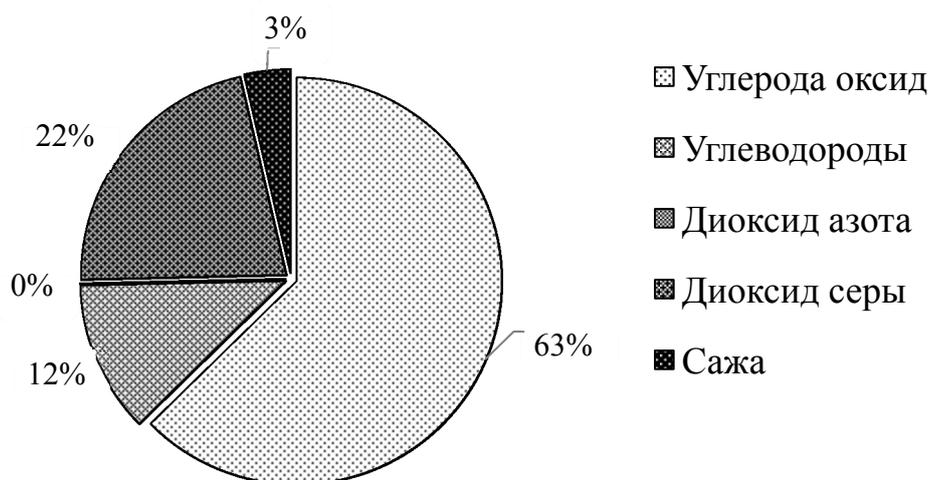


Рис. 2. Состав загрязняющих веществ от мобильных источников

В целом установлено, что для Гомельской области характерен «умеренный» уровень загрязнения.

1. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь: статистический сборник, 2019. – Минск, 2019. – 200 с.

2. Здоровье населения и окружающая среда Гомельской области в 2018 году. – Гомель, 2019. – Вып. 2. – 93 с.

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УГОЛОВНОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕСТУПЛЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

*М.С. Васильева*

*Г.И. Зайчук, научный руководитель, канд. юрид. наук, доцент*  
Брестский государственный университет  
г. Брест

Современный мир стремительно прогрессирует: развивается инфраструктура, появляются многочисленные заводы и фабрики, которые неблагоприятно сказываются на экологических составляющих цивилизации, влияют на здоровье и жизнь человека.

Право граждан на благоприятную окружающую среду, а также возмещение вреда, причиненного нарушением этого права, базируется на ст. 46 Конституции Республики Беларусь. Кроме того, одна из конституционных обязанностей граждан Республики Беларусь – сохранность природы. Однако не все граждане рационально используют природные ресурсы, правильно утилизируют отходы от них, а также действуют в соответствии с нормативными правовыми актами. Поэтому окружающая среда во всем мире зачастую становится объектом противоправных посягательств. Нарушение уголовного законодательства является одной из основных причин загрязнения окружающей среды.

Преступления против экологической безопасности и природной среды закреплены в главе 26 Уголовного Кодекса Республики Беларусь и имеют свои особенности [1]. Характерной чертой данных общественно-опасных деяний является высокая латентность данных составов, которая обуславливается малым процентом фиксации нарушений экологического законодательства, трудностью их доказывания в силу специфики, а также неправомерными действиями организаций. Противоправные действия причиняют экологический и экономический суммарный ущерб окружающей среде в следствие скрытых преступлений по лесопользованию и водопользованию.

Стоит выделить основную проблему, возникающую при осуществлении квалификации экологических преступлений, которая затрудняет эффективную деятельность правоохранительных органов в связи с бланкетным характером диспозиций уголовно-правовых норм, поскольку для наиболее тщательного анализа данных норм необходимо провести исследование целого ряда нормативных правовых актов экологического законодательства.

Целесообразно рассмотреть причины проблем при реализации главы 26 УК Республики Беларусь. Выделяют следующие детерминанты: низкий уровень экологического правосознания населения, некорректная формулировка законодательных норм, урезанное бюджетное финансирование органов по охране природы, недостаточный уровень превенции. На наш взгляд следует модифицировать законодательство об охране экологической безопасности и природной среды. Это позволит правоохранительным органам увеличить эффективность деятельности в сфере охраны окружающей среды и природопользования.

Значительный пробел применения уголовного законодательства – отсутствие административной преюдиции, которая свойственна некоторым статьям. Например, ч. 1 ст. 269 УК Республики Беларусь «Порча земель», ч. 1 ст. 271 УК Республики Беларусь «Нарушение правил охраны недр», ст. 273 УК Республики Беларусь «Нарушение правил водопользования» [1]. Исходя из судебных толкований, к уголовной ответственности за схожие преступления лиц стоит привлекать лишь в том случае, если они не только осознали общественную опасность, противоправность совершаемого деяния, но и его повторность. Равным образом, если посягательство влечет наступление последствий: заболевания людей, их смерть, причинение ущерба в крупном размере, – то независимо от вины по отношению к деянию, лицо следует привлекать к уголовной ответственности. Таким образом, необходимо смягчить ответственность по вышеописанным статьям уголовного кодекса Республики Беларусь.

Для наиболее всестороннего анализа рационально сравнить уголовное законодательство Российской Федерации и Республики Беларусь, сопряженное с охраной экологической безопасности и природной среды. УК Российской Федерации содержит ст. 259 «Уничтожение критических местообитаний для организмов, занесенных в Красную книгу Российской Федерации», а в УК Республики Беларусь данная специальная норма отсутствует [2].

Резюмируя вышесказанное, можно сделать вывод о том, что недостатки в применении законодательства Республики Беларусь об уголовной ответственности за преступления против экологической безопасности и природной среды требуют усовершенствования. Вариантов по модернизации уголовного законодательства по вопросам уголовной ответственности за экологические преступления достаточно много, при этом необходимо комплексно подходить к решению проблем в данной сфере. К тому же любой из вариантов, предло-

женных в данной статье, будет содействовать развитию. Безусловно, требуют изменения бланкетные диспозиции преступлений на описательные.

Следует отметить необходимость изучения и внедрения передового опыта зарубежных государств, что позволит предотвратить совершение новых видов экологических преступлений.

1. Уголовный кодекс Республики Беларусь: закон Республики Беларусь от 09.07.1999 №275-З (ред. от 11.11.2019) // Правовой портал Республики Беларусь: [сайт]. URL: <http://www.pravo.by/document/?guid=3871&p0=Hk9900275> (дата обращения: 12.03.2020).

2. Уголовный кодекс Российской Федерации: Федеральный закон от 13.06.1996 №63-ФЗ (ред. от 18.02.2020) // КонсультантПлюс : [сайт]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_10699/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_10699/) (дата обращения: 12.03.2020).

## ПРИРОДНЫЕ И АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА КАЧЕСТВО ВОДЫ РЕКИ ХОПЁР

*Е.А. Губанова*

*Л.А. Межова, научный руководитель, канд. геогр. наук, доцент  
Воронежский государственный педагогический университет  
г. Воронеж*

Для характеристики природных вод важны различные физико-химические факторы. Но главное – это их гидрохимический режим. В зависимости от физических свойств и химического состава природных вод, их активной реакции в реках и озерах развивается их растительный и животный мир. По классификации О.А. Алекина, воды р. Хопёр и пойменных озер относятся к гидрокарбонатному классу (преобладание гидрокарбонатных ионов  $\text{HCO}_3^-$ ), к которому относится большая часть рек, озер, водохранилищ; группе кальция (преобладание ионов кальция  $\text{Ca}^{+2}$ ); второму типу – со смешанным содержанием ионов. Средняя минерализация воды р. Хопёр в 1996–2019 гг. составила  $501 \text{ мг/дм}^3$ , т.е. лежит в середине интервала, характеризующего пресные воды (от 0 до  $1000 \text{ мг/дм}^3$ ). Среднемноголетние данные химического состава природных вод заповедника 1996–2019 гг. не превышают ПДК для рыбхозводоемов [2].

По материалам наблюдений новохоперского гидропоста за 1939–2019 гг. ниже приводятся статистические показатели общего гидрологического режима и основных гидрологических явлений на р. Хопёр (табл.).

Таблица

**Показатели общего гидрологического режима р. Хопёр  
(по материалам наблюдений за 1939–2019 гг.)**

Месяцы	По датам								
	1			10			20		
	средне-много-летний уровень	средне-квадратическое отклонение	коэффициент вариации	средне-многолетний уровень	средне-квадратическое отклонение	коэффициент вариации	средне-много-летний уровень	средне-квадратическое отклонение	коэффициент вариации
январь	133,4	46,28	34,7	134,9	48,97	36,3	136,2	48,97	36,0
февраль	135,3	46,11	34,1	133,1	42,69	32,1	135,6	40,78	30,1
март	142,2	57,03	40,1	150,2	63,09	42,0	170,7	69,38	40,6
апрель	282,8	137,04	48,5	399,5	139,69	35,0	483,3	137,74	28,5
май	464,1	158,07	34,1	352,7	155,80	44,2	234,9	106,61	45,4
июнь	163,0	47,85	29,4	139,6	38,92	27,9	122,2	33,36	27,3
июль	107,2	29,93	27,9	102,8	32,61	31,7	97,9	35,68	36,4
август	91,5	32,38	35,4	86,9	31,56	36,3	83,4	30,14	36,1
сентябрь	79,2	30,95	39,1	78,3	30,78	39,3	78,6	30,91	39,3
октябрь	80,7	32,66	40,5	82,4	32,97	40,0	84,6	32,06	37,9
ноябрь	87,8	31,31	35,7	91,5	33,34	36,4	99,8	30,84	30,9
декабрь	111,3	32,42	29,1	120,5	37,69	31,3	127,9	33,61	26,3

На поверхностные воды района оказывают влияние г. Борисоглебск, хотя очистные сооружения работают в проектом режиме, но они не обеспечивают воды по нормам ПДС в реку Хопёр: органических веществ по БПС в 1,4 раза, нефтепродуктов в 2 раза, фосфатов в 1,7 раза. В среднем за год сбрасывают 3,85 млн м<sup>3</sup> сточных вод с общей массой загрязняющих веществ в 7,4 тыс. т. Индекс загрязненности колеблется от 0,958 до 1,755 и класс воды колеблется от 2 до 3. В Новохоперском районе на ОПО «Маслодельном заводе» отсутствует лотковораспределительная система, карты полей фильтрации заполняют на глубину 0,5 м, что превышает нормы в 10 раз.

В Борисоглебске эксплуатируются очистные сооружения искусственной биологической очистки, которые давно физически устарели. Сточные воды оказывают отрицательное влияние на качественный состав поверхностных вод и негативно влияют на природу Хоперского государственного заповедника. В сельских поселениях района практически отсутствуют канализационные сети, нет систем централизованной канализации. В г. Новохоперске коммунальные службы сбрасывают на реку до 0,7 тыс. м<sup>3</sup> в сутки. Работа очистных сооружений не отвечает нормам.

В ОАО «Елань» в результате несанкционированного сброса сточных вод вследствие сбоя рабочего цикла канализационной насосной станции произошло загрязнение водоохраной зоны р. Елани азотными соединениями, аммиаком, магнием, гидрокарбонатами с превышением ПДК в несколько раз. Площадка для сбора и хранения отходов черного металла не соответствует требо-

ваниям, металл размещается на незащищенном грунте. На территории АЗС имеются нелокализованные разливы нефтепродуктов [1]. В ООО СХА «Михайловское» склад ГСМ расположен в водоохраной зоне и не имеет твердого покрытия, обваловки, ливневой канализации. В районе находится 125 гидроузлов, в т.ч. 20 бесхозных и 6 несущих угрозу возникновения чрезвычайной ситуации. Основными недостатками в данной сфере являются неудовлетворительное техническое состояние плотин и водопропускных сооружений, отсутствие мониторинга за техническим состоянием ГТС.

Таким образом, вода в реке Хопёр относится ко II классу качества, но в целом на территории района вода сохраняет свой качественный состав и свойства и относится к категории чистых рек.

1. Бирюков, В. И. Гидрологический режим р. Хопёр / В. И. Бирюков // Проблемы мониторинга природных процессов на особо охраняемых природных территориях – Воронеж, Изд-во ВГПУ, 2010. – С. 18–21.

2. Доклад о состоянии окружающей среды в Воронежской области в 2016 г. – Воронеж, 2017. – 181 с.

## **МЕРЫ ПОощРЕНИЯ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ПРАВЕ КАК СПОСОБ СТИМУЛИРОВАНИЯ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

*К.В. Гурская*

*Г.И. Зайчук, научный руководитель, канд. юрид. наук доцент  
Брестский государственный университет им. А.С. Пушкина  
г. Брест*

Проведенный анализ правовых норм, регламентирующих общественные отношения в сфере охраны окружающей среды Республики Беларусь, позволил выявить существенную непропорциональность при осуществлении правового регулирования процессов охраны окружающей среды, а именно весомое преобладание мер взыскания за нарушение установленных требований над мерами поощрения за их надлежащее выполнение. Как следствие, мы видим сосредоточенность правовой и научной деятельности в изучении оснований и видов юридической ответственности за нарушение требований экологического законодательства. Правомерное поведение, в свою очередь, нормотворческими органами и большинством исследователей рассматривается поверхностно или вовсе не исследуется. Применение позитивных санкций на данный момент регламентируется отдельными, не согласованными между собой нормативными актами преимущественно подзаконного уровня. Таким образом,

мы видим научную новизну в исследовании мер поощрения (позитивных санкций) в экологическом праве Республики Беларусь.

Для начала хотелось бы определить основания для применения позитивной санкции нормы экологического права – ими являются проявление инициативы, повлекшей достижение наилучших результатов в области охраны окружающей среды, или его действия, направленные на пресечение или предотвращение экологического правонарушения.

Меры поощрения могут применяться в отношении физических, должностных и юридических лиц, а также административно-территориальных единиц. Они носят личный, моральный и материальный характер. Например, за предотвращение, выявление и пресечение правонарушений в области охраны окружающей среды должностные лица Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды и его территориальных органов имеют право на материальное поощрение в порядке, установленном Советом Министров Республики Беларусь [2].

Например, согласно ст. 88 Закона «Об охране окружающей среды» за предотвращение, выявление и пресечение правонарушений в области охраны окружающей среды должностные лица Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь (далее – Минприроды) имеют право на материальное поощрение в порядке, установленном Советом Министров Республики Беларусь. В соответствии с «Положением о порядке поощрения граждан, в том числе материально, за активное участие в охране окружающей среды и оказание помощи Государственной инспекции охраны животного и растительного мира при Президенте Республики Беларусь», утв. постановлением Совета Министров Республики Беларусь, 5 октября 2012 г. № 909 к общественному экологу могут применяться следующие меры морального и материального поощрения: объявление благодарности либо награждение почетной грамотой Минприроды, выплата премии в размере 5 базовых величин.

Представляется, что для повышения эффективности охраны природной среды и ликвидации диспропорции между мерами наказания и поощрения оправданно дополнить Закон «Об охране окружающей среды» главой 16 [1] «Меры поощрения за выявление, предупреждение и пресечение экологических правонарушений и достижение наилучших результатов в области охраны окружающей среды»:

Статья 103 [1]. Поощрения за выявление, предупреждение и пресечение правонарушений в области охраны окружающей среды – за выявление, предупреждение и пресечение правонарушений в области охраны окружающей среды граждане и должностные лица имеют право на моральное, а также материальное поощрение в размере от 5 до 10 базовых величин в порядке, установленном Советом Министров Республики Беларусь.

Финансирование мер материального поощрения производится за счет средств государственных целевых бюджетных фондов охраны природы.

Статья 104 [1]. Поощрения за снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, а также за ограничение и (или) отказ от использования озоноразрушающих веществ и перерабатываемых материалов в промышленности – за снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, а также за ограничение и (или) отказ от использования озоноразрушающих веществ и перерабатываемых материалов в промышленности, юридические лица и индивидуальные предприниматели имеют право на получение налоговых льгот (сборов, пошлин), преференций и субсидий в порядке, установленном Президентом Республики Беларусь.

1. Об утверждении Положения о порядке поощрения граждан, в том числе материально, за активное участие в охране окружающей среды и оказание помощи Государственной инспекции охраны животного и растительного мира при Президенте Республики Беларусь [Электронный ресурс] : Постановление Совета Министров Республики Беларусь, 5 октября 2012 г. №909 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2020.

2. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс] : Закон Респ. Беларусь, 26 ноября 1992 г. № 1982-ХІІ (с изм. и доп.) // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2020.

## ПРОИЗВОДСТВО И УТИЛИЗАЦИЯ АВТОПОКРЫШЕК

*А.Ю. Данилина*

*Э.Ф. Гуляева, научный руководитель*  
Государственный университет управления  
г. Москва

Цель исследования – провести анализ утилизации и дальнейшего применения автопокрышек.

Задачи:

1. Провести сравнение процесса переработки шин в разных странах мира.
2. Выявить причины, по которым следует утилизировать автопокрышки.

Методы:

- 1) изучение справочной литературы;
- 2) синтез полученной информации.

Обострение проблем изменения климата и необходимости сокращения вредных выбросов ставит вопрос об увеличении строительства комплексов и заводов по утилизации и вторичной переработки сырья.

Основа промышленного и экономического роста – это увеличение числа малых и средних предприятий, которые в рамках переработки изношенных

автопокрышек создают новых бизнес. Материалы, которые в процессе эксплуатации не меняют свое первоначальное свойство, содержат в себе ценное сырье (каучук, металл, и т.д.).

Специфика производства: земля, труд, капитал, блага.

Фирма представляет собой субъект, который обусловлен сочетанием экономических факторов: фирма, государство, домашнее хозяйство, которые влияют на прибыль корпорации.

Изношенные автопокрышки служат сырьем при производстве резинового порошка. Поставки сырья обеспечиваются договорами с транспортными, ремонтными, обслуживающими организациями и предприятиями, эксплуатирующими автотранспорт. Перерабатывающие организации, желающие сдать изношенные шины на переработку, обязаны платить перерабатывающей организации. Эта сумма в регионах Российской Федерации колеблется от 1000 до 3000 рублей за тонну автопокрышек [1].

В результате работы комплекса по переработке изношенных автошин получают следующие продукты: текстиль, резиновый порошок, резиновая крошка.

Установка позволяет перерабатывать 1100 тонн автопокрышек в год, получая при этом 550 тонн резинового порошка. *Промышленный комплекс по переработке изношенных шин*: динамичный рост парка автомобилей во всех развитых странах приводит к постоянному накоплению изношенных автомобильных шин. По данным Европейской Ассоциации по вторичной переработке шин (ЕТРА) в Европе ежегодно образуется около 2 млн тонн амортизированных автомобильных шин, а объем их переработки методом измельчения не превышает 10 %. Большая часть собираемых шин (20 %) используют как топливо.

Вышедшие из эксплуатации изношенные шины являются источником длительного загрязнения окружающей среды: шины не подвергаются биологическому разложению; шины огнеопасны и, в случае возгорания, погасить их достаточно сложно; при складировании они являются идеальным местом размножения грызунов, кровососущих насекомых и служат источником инфекционных заболеваний. Вместе с тем амортизированные автомобильные шины содержат в себе ценное сырье: каучук, металл, текстильный корд. Проблема переработки изношенных автомобильных шин и вышедших из эксплуатации резинотехнических изделий имеет большое экологическое и экономическое значение для всех развитых стран мира. Невосполнимость природного нефтяного сырья диктует необходимость использования вторичных ресурсов с максимальной эффективностью [2].

Результаты:

1. Организация производств по переработке вышедших из эксплуатации шин позволит не только во многом решить региональные экологические проблемы и создать новые рабочие места, но и образовать источники пополнения

бюджетных средств этих регионов за счет доходов от деятельности предприятий по изготовлению дешевых строительных материалов и других изделий бытового и производственного назначения, получаемых из продуктов переработки изношенных шин.

2. Резиновая крошка, полученная в результате переработки изношенных автопокрышек, имеет многочисленные и перспективные области дальнейшего практического применения, что, при эффективной организации маркетингового сопровождения производства, безусловно, обеспечит ее быструю и устойчивую реализацию на отечественном и зарубежном рынках, а также эффективное использование в высокорентабельных производствах конкурентноспособных изделий.

В связи с экологической проблемой, которая присутствует во всех странах мира, нужно уменьшать выбросы в атмосферу путем утилизации и вторичной переработки сырья твердых бытовых отходов: шин и автопокрышек.

1. Клинков, А. С. Утилизация и переработка твёрдых бытовых отходов : учебное пособие / А. С. Клинков, П. С. Беляев, В. Г. Однолько, М. В. Соколов, П. В. Макеев, И. В. Шашков. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – 100 экз. – 188 с.

2. Евзович, В. Е. Автомобильные шины, диски и ободья / В. Е. Евзович, Е43 – Москва : Автополис- плюс, – 144 с: ил. и табл.

## СОДЕРЖАНИЕ НИТРАТОВ В ПРИРОДНЫХ ИСТОЧНИКАХ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

*Т.В. Демченко, Е.А. Кисляков*

*Т.А. Тимофеева, научный руководитель, канд. биол. наук, доцент*  
Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины  
г. Гомель

Вода – неотъемлемая часть жизни человеческого общества. Развитие и преобразование городов, населенных пунктов способствуют изменению и преобразованию физико-химического состава водных ресурсов, тем самым влияя на окружающую среду и здоровье населения конкретных регионов. Наибольшее воздействие имеет содержание в воде нитратов. Нитраты могут попадать в организм человека из различных источников водоснабжения. Нитраты, попадая в организм человека, превращаются в нитриты (канцерогены). Нарушается транспорт кислорода в клетки, данный процесс называют метгемоглобинемией, которая приводит к кислородному голоданию, а иногда и к смерти. Особенно опасно попадание нитратов в организм детей. В Республике Беларусь санитарно-эпидемиологические службы проводят обязательный мо-

ниторинг содержания нитратов в колодцах и колонках по месту жительства новорожденных детей перед выпиской из роддома.

Вода с превышением РДУ по нитратам не имеет постороннего вкуса или запаха. Поэтому обычный человек, не проводя специальных анализов, не может распознать опасность.

*Цель* данной работы – оценить экологическое состояние основных источников нецентрализованного водоснабжения по областям в Республике Беларусь, выявить процент превышений содержания нитратов в питьевой воде за несколько лет.

*Объект* исследования – экологическое состояние источников нецентрализованного водоснабжения. Работа основана на данных, полученных в 2014–2020 гг.

Всего с 2014–2020 гг. в Гомельской области проведено 96 исследований, из них превышения нитратов были обнаружены в 60 источниках, что составляет 63 %. Выявленный процент еще раз доказывает важность данного исследования. *Предельно допустимая концентрация (ПДК) нитратов в питьевой воде составляет 45 мг/л.*

За основу исследования были взяты 10 районов Гомельской области: Гомельский, Буда-Кошелевский, Брагинский, Добрушский, Светлогорский, Жлобинский, Наровлянский, Ельский, Калинковичский, Кормянский. Исследования проводились по мере поступления запросов от местных жителей данных районов. Больше всего исследований было проведено за 2014 год, взята 51 проба, в 36 источниках выявлены превышения, что составляет 70,5 % (табл.).

Экологическое состояние естественных источников питьевой воды в целом в Республике Беларусь неудовлетворительное. Большинство исследованных родников, колодцев и колонок имеют превышения РДУ по нитратам и нитритам. Необходим периодический контроль безопасности воды в местных центрах гигиены и эпидемиологии. Местное население должно иметь определенную настороженность и не употреблять воду из питьевых источников без проверки.

Таблица

**Мониторинг содержания нитратов в питьевой воде в источниках нецентрализованного водоснабжения Гомельской области за 6 лет**

Год	Кол-во исследований	Превышение ПДК по нитратам (кол-во источников)
2014	51	36
2015	3	1
2017	9	6
2018	20	8
2019	8	6
2020	6	3

Исследования питьевых источников обязательно проводятся: а) при возведении нового колодца на приусадебном участке или при покупке участка с уже имеющимся колодцем; б) после чистки колодца от мусора; в) при заметных визуальных изменениях качества воды (цвет, мутность, запах); г) примерно один раз в 3–4 года проводить мониторинг всех важных показателей воды, в том числе бактериологический анализ; д) обращаться за помощью к специалистам при проблемах с источником водоснабжения [1].

1. Колодец без нитратов: простые советы для грамотных сельских жителей и дачников / сост. Пахоменко А. Н. – Минск : Центр экологических решений 2013. – 12 с.

## ПРОБЛЕМАТИКА ЛЕГАЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЖИВОТНОГО МИРА

*Я.В. Жолох, М.А. Костюкова*

*Г.И. Зайчук, научный руководитель, канд. юрид. наук, доцент*  
Брестский государственный университет им. А.С. Пушкина  
г. Брест

Проблемы животного мира тесно взаимосвязаны с проблемами, которые касаются охраны окружающей среды нашей планеты как среды обитания человека. Согласно основному закону нашего государства – Конституции Республики Беларусь – каждый имеет право на благоприятную среду, которая окружает всех нас.

Исходя из нашего мнения, проблемы, связанные с животным миром как с составной частью окружающей среды, часто отодвигаются на второй план. Проблему данного характера нельзя отнести к какому-либо определённому государству, так как проблема животного мира носит мировой характер.

Изучая данный вопрос, мы выдвинули следующие *цель* и *задачу* предложенной тематики: выявить наиболее правильное и точное понятие определения «животный мир», изучить нормативную правовую базу по данному вопросу.

Что касается *объекта*, то в данном случае его роли выступает непосредственно животный мир.

*Предметом* в нашем исследовании является понятие животного мира, а также правовая база, регулирующая отношения в данной сфере.

При изучении данной темы были использованы следующие *методы*: анализ, сравнение, методы теоретического исследования.

Впервые в Республике Беларусь был принят Закон Республики Беларусь «Об охране и использовании животного мира» в 1996 г. Однако ранее упомянутый документ не выдержал проверки временем, и 10 июля 2007 г. был введен в действие новый Закон «О животном мире».

Легальное определение животного мира можно изучить в статье 1 Закона Республики Беларусь «О животном мире» от 10 июля 2007 г. [1]. Само определение животного мира представляет собой охраняемый компонент природной среды, возобновляемый природный ресурс, представляющий собой совокупность всех диких животных, постоянно обитающих на территории Республики Беларусь или временно ее населяющих, в том числе диких животных в неволе. Согласно Закону Республики Беларусь «О животном мире», можно сделать вывод, что животный мир представляет собой природный объект, который охраняется законодательством, включающий диких животных, которые находятся в состоянии естественной свободы на суше, в воде, атмосфере и почве, постоянно или временно населяющих территорию страны и выполняющих определённые функции. Также можно отметить, что в состав животного мира входят не все животные, а только дикие. Животный мир является одним из важнейших компонентов биосферы.

Характерными чертами животного мира как объекта охраны и использования являются следующие признаки:

1) обитание животных в состоянии естественной свободы: суша, вода, атмосферный воздух, почва;

2) дикие животные составляют объект правовой охраны по законодательству о животном мире;

3) нахождение животных постоянно или временно в пределах территории страны.

К объектам животного мира следует относить:

– диких животных, а также их потомство;

– среду обитания объектов животного мира;

– изъятых диких животных, их части и соединения;

– ценные свойства и продукты жизнедеятельности объектов животного мира;

– права пользования объектами животного мира.

В соответствии со статьей 6 Закона «О животном мире» Республики Беларусь, животный мир в нашем государстве является собственностью Республики Беларусь. Объекты животного мира, изъятые из естественной среды обитания в установленном порядке законодательством Республики Беларусь, могут находиться как в частной собственности, так и в государственной собственности [2].

Перечень нормативных правовых актов в Республике Беларусь достаточно велик. Первым нормативным правовым актом следует отметить основной закон государства – Конституцию Республики Беларусь, – а также перечень

законов, непосредственно регулирующие отношения в области окружающей среды, декреты и указы Президента и иные законодательные акты [1].

Изучив тематику, выбранную нами для изучения, можно сделать следующие *выводы*. Проблематика неправильного понимания животного мира в окружающей среде существует не только в Республике Беларусь, данный вид проблематики актуален во всём мире. Нужно отметить, что в нашей стране существует исчерпывающий перечень нормативной правовой базы, благодаря которой есть возможность подробного изучения вышеизложенной тематики. Опираясь на законодательную базу страны, мы изучили выбранную нами тему, разграничили некоторые виды понятий и в заключении хотим сказать, что каждый гражданин может ознакомиться и разобраться в данном виде проблематики.

1. Конституция Республики Беларусь 1994 года. : с изм. и доп., принятыми на р.есп. референдумах 24 нояб. 1996 г. и 17 окт. 2004 г. – 10-е изд., стер. – Минск : Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь, 2020. – 62 с.

2. Закон Республики Беларусь « О животном мире » [Электронный ресурс] : 10 июля 2007 г., № 257-3 : принят Палатой представителей 7 июня 2007 г. : одобр. Советом Респ. 22 июня 2007 г.. : в ред. Закона Респ. Беларусь от 18.06.2019 г. // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2020.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ АДСОРБЕНТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИСХОДНОГО СЫРЬЯ

*Н.Д. Заступов*

*С.М. Хамитова, научный руководитель, канд. с-х. наук, доцент,*

*Л.М. Воронай, научный руководитель, канд. хим. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В современном обществе широкое применение находят изделия на основе искусственных полимерных материалов. С ростом использования данных изделий растет и количество их отходов. В отличие от других видов отходов, они имеют длительный период разложения, а часть из них дают токсичные продукты при разложении, что влечет за собой загрязнение окружающей среды. Поэтому одной из главных задач устойчивого развития является сокращение объемов данных отходов путем разработки новых способов их переработки.

Из существующих технологий широко распространены пиролизические способы переработки, продуктами которых являются жидкое и газовое топливо [1]. Данные технологии имеют ряд недостатков, таких как многостадийный

технологический цикл, большой расход воды на охлаждение продуктов пиролиза и энергозатратность.

С целью устранения этих недостатков нами разрабатывается новый пиролитический способ переработки полимерных материалов. Отличием и новизной данного способа является использование в качестве герметизатора природной красной глины, которая благодаря содержащимся в составе соединениям железа (III) является катализатором пиролиза и в процессе пропитывается углеродистыми фракциями, что позволяет получить сразу два твердых продукта – активированный уголь и импрегнированную глину. Данные продукты обладают развитой пористой структурой и являются нетоксичными, что позволяет использовать их в качестве адсорбентов для очистки сточных вод. В предыдущих исследованиях были определены эксплуатационные свойства полимерных материалов, состоящих только из атомов углерода, водорода и кислорода [2], однако многие из полимерных материалов содержат в своем составе другие гетероатомы, которые в результате пиролиза могут давать токсичные продукты.

В связи с этим целью данной работы является сравнительный анализ эксплуатационных свойств различных видов полимерных материалов для определения влияния гетероатомов на свойства продуктов пиролиза.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи: экспериментальное определение условий пиролиза разных видов полимерных материалов; сравнение показателей эффективности пиролиза: выхода твердого остатка, степени импрегнирования минеральной матрицы, адсорбционной способности и индекса токсичности продуктов пиролиза; анализ полученных результатов, выводы.

Объектами исследования служат полимерные материалы, не содержащие гетероатомов, окрашенные полимерные материалы, резиновые шины. В работе использовались современные физико-химические методы анализа: гравиметрический, комплексометрический, метод биотестирования.

На первом этапе исследования определяются технологические параметры пиролиза трех видов полимерных отходов. Для этого готовятся три смеси образцов: 1 – полимерные отходы без гетероатомов, 2 – полимерные отходы, содержащие красители, 3 – резина. Исследование проводится параллельно. Все три смеси подвергаются пиролизу при одинаковых условиях. В результате эксперимента установлено, что для всех видов полимерных отходов оптимальные технологические условия одинаковы: температура – 550 °С; время – 3 часа; катализатор – вода; минеральная матрица – красная глина. Поэтому для сравнения были выбраны значения эксплуатационных свойств, полученные при данных условиях. Полученные результаты представлены в таблице.

Таблица

**Значения эксплуатационных свойств продуктов пиролиза**

Сырье	Продукт	Выход актив. угля, %	Степень импрегнирования глины, %	Адсорбционная способность, мг/г		Индекс токсичности
				по кальцию	по магнию	
Бесцвет. полимеры	Уголь	7,623	-	2,004	1,216	0,12
	Глина	-	5,246	2,004	1,216	0,00
Цветные полимеры	Уголь	5,494	-	4,008	2,432	0,21
	Глина	-	6,418	4,008	2,432	0,00
Резина	Уголь	54,145	-	4,008	2,432	0,03
	Глина	-	5,684	2,004	1,216	0,00

Для определения влияния гетероатомов на свойства продуктов пиролиза значения, полученные при пиролизе резины и цветных полимеров, сравниваются с значениями, полученными при пиролизе полимерных материалов не содержащих гетероатомы. Результаты свидетельствуют, что гетероатомы красителей снижают выход активированного угля, повышают степень импрегнирования минеральной матрицы и увеличивают адсорбционную емкость продуктов пиролиза. Гетероатомы серы повышают выход твердого остатка и степень импрегнирования глины, но увеличивают адсорбционную емкость только образцов твердого углеродистого остатка. При этом все образцы являются не токсичными, так как их индексы токсичности ниже значения 0,4.

Таким образом, можно сделать вывод, что гетероатомы красителей и серы оказывают положительное влияние на эксплуатационные свойства продуктов пиролиза, следовательно, данные виды полимеров подлежат переработке данным пиролитическим способом, а продукты их переработки можно использовать в качестве адсорбентов.

1. Заступов, Н. Д. Пиролитический способ переработки полимерных отходов / Н. Д. Заступов; науч. рук. Л. М. Воропай // XII Ежегодная научная сессия аспирантов и молодых ученых : материалы межрег. науч. конф. (Вологда, 19-23 ноября 2018 г.): [в 2 т.]. Т. 1 / [пред. А. А. Сеницын]. – Вологда : ВоГУ, 2018. – С. 355–359.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФЛОРЫ ТЕРРИТОРИИ ВБЛИЗИ СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

*Я.С. Зеленковская*

*Н.С. Шпилевская, научный руководитель*

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины  
г. Гомель

Возобновляемая солнечная энергетика является одним из самых развивающихся направлений в мировой энергетике, так как позволяет решить множество проблем, связанных с обеспечением энергетической безопасности стран, уменьшением импорта органического топлива, энергосбережением, защитой окружающей среды. Важным вопросом является влияние солнечной электростанции на окружающую среду, а именно на биологическое разнообразие флоры района.

*Цель* данной работы – изучить видовое разнообразие растительного покрова вблизи солнечной электростанции.

*Объект* исследования – флористическая составляющая района исследования (солнечная электростанция «Солар 2», Брагинский район, Гомельская область, Беларусь). Работа основана на геоботанических исследованиях 2019 г.

Выявлено, что территория, на которой размещена солнечная электростанция, и вблизи ее, на расстоянии 50 м, включает в себя 20 семейств и 53 рода растений.

На территории исследований было выделено 3 участка. Первый участок располагался на расстоянии 10 м от станции с четырех сторон (север, запад, юг и восток). Данный участок насчитывает 11 семейств (рис.), самыми распространенными из которых являются злаки (19,4 %), астровые (16,1 %), розовые (16,1%) и 26 родов, самыми распространёнными являются: *Vicia cracca*, *Potentilla anserina*, *Festuca*, *Centaurea jacea*. Средняя высота 1 яруса – 33,75 см, типичными представителями этого яруса являются: *Valeriana officinalis*, *Festuca*, *Thymus*, *Achillea spp.* Средняя высота 2 яруса – 16,25 см, типичными представителями этого яруса являются: *Phleum phleoides*, *Alopecurus pratensis*, *Taraxacum officinale*. Средняя высота 3 яруса – 10 см, распространенные виды: *Festuca*, *Capsella bursa-pastoris*. 4 ярус характеризуется средней высотой побегов 5 см, самые распространенные представители: *Trifolium repens*, *Carex leporina*, *Potentilla anserina*.

Второй участок располагался в удалении от солнечной станции на 20 м с четырех сторон и насчитывает 18 семейств, из которых 26 % приходится на астровые, 16,7 % на бобовые и 5,6 % – яснотковые. Участок характеризуется большим разнообразием видов – общее их число составляет 50 штук, самыми распространенными из которых являются: *Potentilla anserina*, *Plantago major*. Средняя высота 1 яруса – 47,5 см, преобладающие виды: *Triticum*, *Phleum*

*phleoides*, *Achillea* spp. Средняя высота 2 яруса – 31,25 см, преобладающие виды: *Capsella bursa-pastoris*, *Alopecurus pratensis*, *Amaranthus retroflexus*, *Capsella bursa-pastoris*. Средняя высота 3 яруса – 12,5 см, преобладающие виды: *Equisetum arvense*, *Capsella bursa-pastoris*, *Alchemilla vulgaris*. Средняя высота 4 яруса – 5,5 см, преобладающие виды: *Taraxacum officinale*, *Trifolium repens*, *Potentilla anserina*.

Третий участок располагался на расстоянии 50 м от станции с четырех сторон. Характеризуется наличием 18 семейств, из которых астровые составляют 24,6 %, бобовые – 15,8 %, розовые – 8,8 %, и 48 родами, самыми многочисленными из которых являются: *Centaurea jacea*, *Festuca*, *Potentilla anserina*, *Plantago major*. Средняя высота 1 яруса – 47,5 см, преобладающие виды – *Cichorium intybus*, *Triticum*. Средняя высота 2 яруса – 31,25 см, преобладающие виды – *Triticum*, *Capsella bursa-pastoris*, *Festuca*. Средняя высота 3 яруса – 10,5 см, распространенными видами являются: *Equisetum arvense*, *Capsella bursa-pastoris*, *Amaranthus retroflexus*. Средняя высота 4 яруса – 5,5 см, самыми распространенными видами являются: *Convolvulus arvensis*, *Trifolium repens*, *Potentilla anserina*.

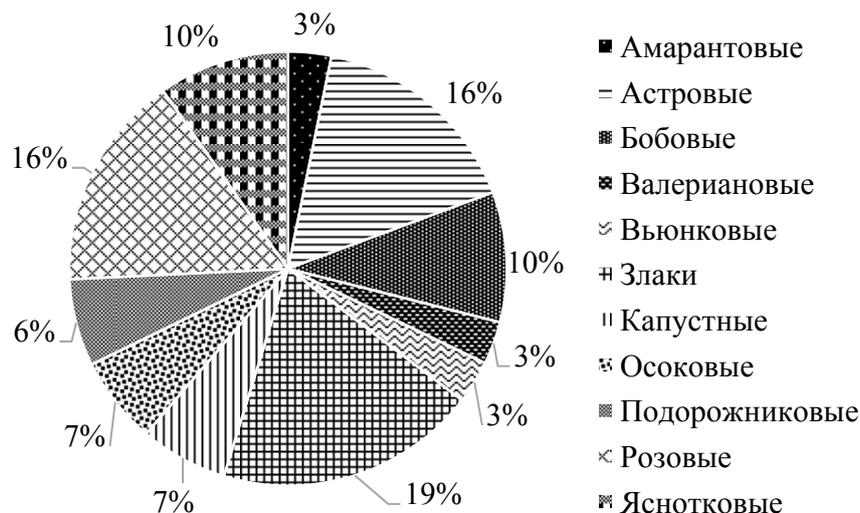


Рис. Спектр семейств флоры первого участка исследования

Зачастую для размещения панелей и установок необходимы площади, занимающие значительную территорию Земли, вблизи которой находится большое разнообразие флоры [1].

В результате исследований можно судить об увеличении видового разнообразия с удалением от станции, при котором самыми распространенными видами являются виды рода астровые и злаки, а также о косвенном влиянии гелиотехники на окружающую среду.

1. Федонов, А. И. Преимущества и недостатки процесса развития солнечной энергетики в экологической сфере / А. И. Федонов, Р. А. Федонов // Наука и образование: отечественный и зарубежный опыт. – 2018. – С. 13–14.

## ЛАНДШАФТНАЯ РЕПРЕЗЕНТАТИВНОСТЬ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПРЕДПОЛЕССКОЙ ЛАНДШАФТНОЙ ПРОВИНЦИИ

*А.Н. Клименок*

*А.С. Соколов, научный руководитель*

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины

г. Гомель

При оценке эффективности функционирования системы особо охраняемых природных территорий (ООПТ) большое внимание обращается на степень представленности в ней ландшафтного разнообразия региона. Нами была поставлена цель – охарактеризовать эффективность охраны ландшафтов Предполесской ландшафтной провинции в системе ООПТ региона. Площадь ООПТ республиканского значения составляет 5,9 % площади провинции (рис. 1). Ландшафтная структура провинции представлена 8 родами и 17 подродами (рис. 2, 3).

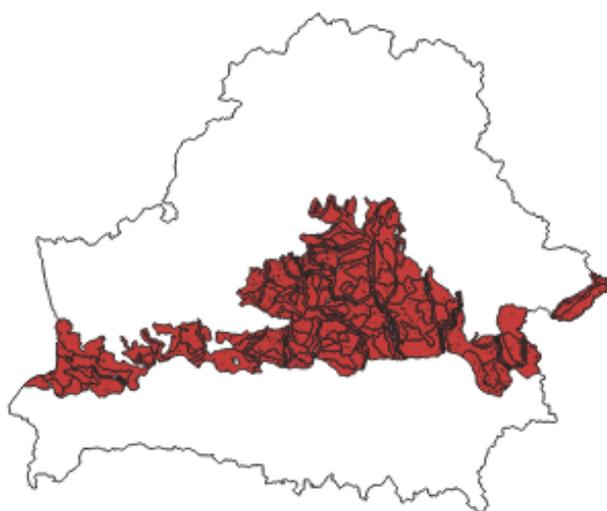


Рис. 1. Предполесская ландшафтная провинция на карте Белоруссии

ландшафтного разнообразия региона. Нами была поставлена цель – охарактеризовать эффективность охраны ландшафтов Предполесской ландшафтной провинции в системе ООПТ региона. Площадь ООПТ республиканского значения составляет 5,9 % площади провинции (рис. 1). Ландшафтная структура провинции представлена 8 родами и 17 подродами (рис. 2, 3).

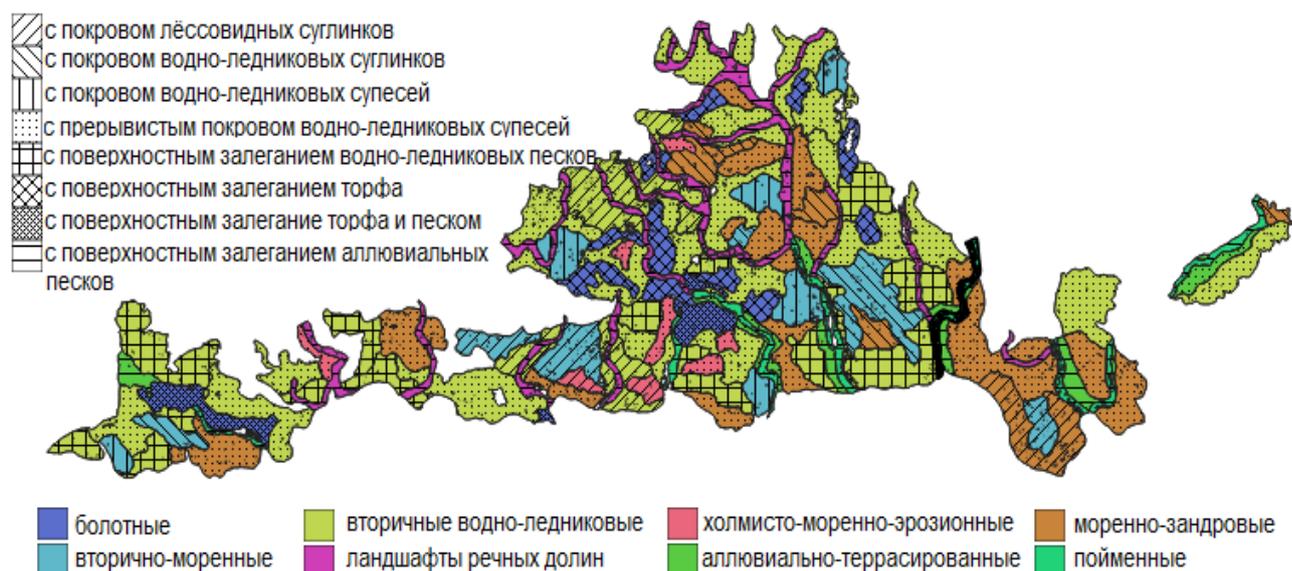


Рис. 2. Роды и подроды ландшафтов Предполесской ландшафтной провинции

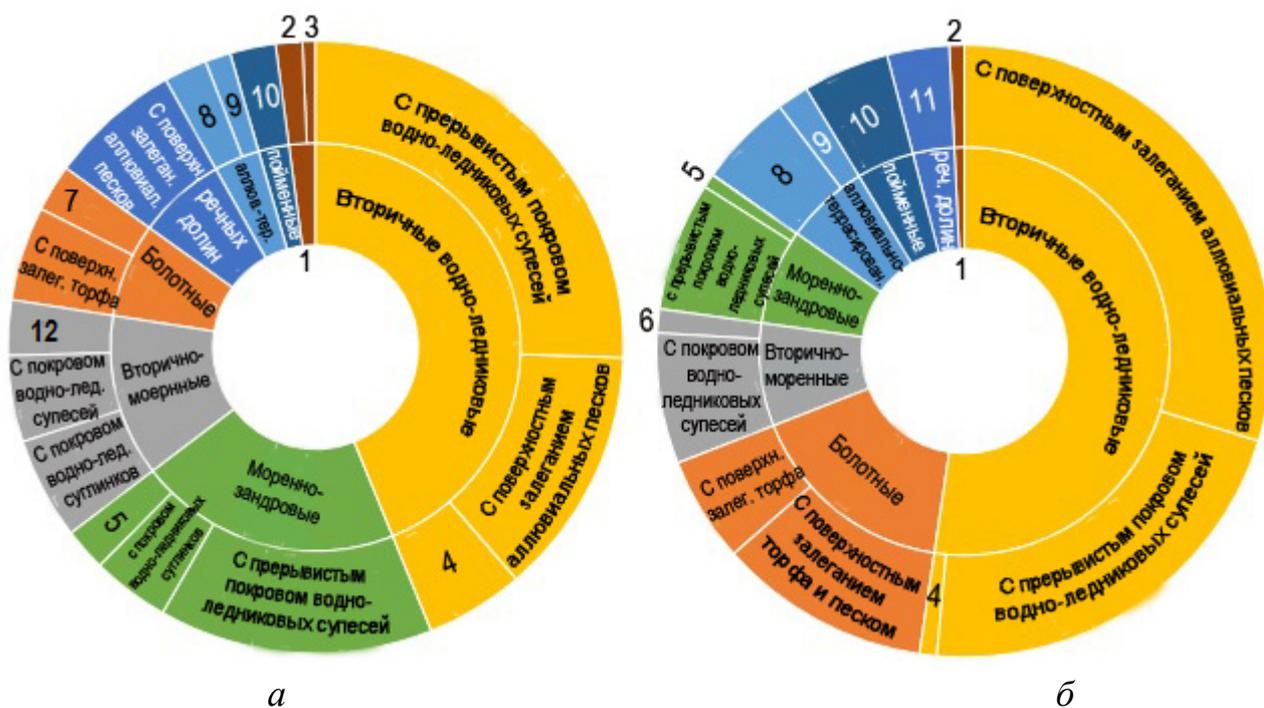


Рис. 3. Доля родов и подродов в общей площади провинции (а) и в общей площади ООПТ (б):

1 – холмисто-моренно-эрозионные; 2, 9 – с прерывистым покровом водно-ледниковых супесей; 3, 4, 5, 12 – с покровом лёссовидных суглинков; 6 – с покровом водно-ледниковых суглинков; 7 – с поверхностным залеганием торфа и песком; 8, 10, 11 – с поверхностным залеганием аллювиальных песков

В ландшафтной структуре ООПТ более половины площади занимают вторичные водно-ледниковые ландшафты, на 8,5 % превышая долю в общей площади провинции. Коэффициент репрезентативности (отношение доли в ООПТ к доле в площади провинции) для данного рода равен 1,19. В то же время для различных его подродов наблюдаются существенные различия. Так, подрод с поверхностным залеганием водно-ледниковых песков в структуре ООПТ по площади более чем в два раза превышает долю с площади провинции (коэффициент равен 2,19). Для других подродов представленность в структуре ООПТ существенно ниже – для подрода с прерывистым покровом водно-ледниковых супесей коэффициент репрезентативности 0,85, для подрода с покровом лёссовидных суглинков всего 0,18. Репрезентативность ландшафтов обнаруживает чёткую связь с их экологическим состоянием – чем оно лучше (чем больше лесистость соответствующих родов и подродов), тем больше такие ландшафты представлены в системе ООПТ.

Аналогичные закономерности наблюдаются и для других родов и подродов ландшафтов. Так, болотные, аллювиально-террасированные и пойменные ландшафты в ООПТ занимают большую долю, чем в провинции (коэффициенты равны, соответственно, 2,24; 1,83; 1,89, а лесистость – 48,4; 61,7 и 34,4 %). Для вторичноморенных и моренно-зандровых, наоборот, при лесистости 21,4 и 32,6 %, значение их коэффициентов равно 0,63 и 0,37.

## СТЕПЕНЬ УРБАНИЗАЦИИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ МАЛЫХ РЕК БЕЛАРУСИ

*Е.Н. Ковалёв*

*А.Н. Галкин, научный руководитель, д-р геол.-минерал. наук, профессор  
Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины  
г. Гомель*

Водотоки Республики Беларусь на 93 % представлены малыми реками, суммарная длина которых составляет более 53 % общей протяженности рек страны. Большинство малых водотоков не охвачено стационарной сетью наблюдений, на них не ведутся систематические гидрохимические и гидробиологические исследования. Вместе с тем именно на малых реках отражаются и наиболее ярко проявляются все самые характерные факторы, оказывающие влияние на другие водные экосистемы. Вышеотмеченным и обусловлена актуальность наших исследований.

*Цель* данной работы состояла в оценке влияния степени урбанизации на экологический статус и класс качества воды девяти малых рек бассейна Днепра на территории Республики Беларусь.

Исследования проведены в течение 2017–2019 гг. на восьми реках Гомельской и одной – Могилевской областей Республики Беларусь. Дана оценка степени урбанизации и качества воды малых рек, подверженных различным видам антропогенного воздействия. Все реки используются в целях рекреации, испытывают влияние поверхностного стока, 5 из них принимают сточные воды (хозяйственно-бытовые, производственные) и др. Степень урбанизации рек устанавливали на основе шкалы, предложенной О.В. Янчуревич [1], при этом учитывали такие показатели, как поступление сточных вод, наличие заморных явлений, посещаемость людьми, близость агроценозов, промышленных предприятий, транспортных коммуникаций, нарушенность береговой линии и др. Отнесение рек к определенному экологическому статусу проводили на основании гидрохимических исследований в соответствии с ТКП 17.13-21-2015 (33149) [2].

Результаты исследований показывают, что среди исследованных водотоков не выявлено слабоурбанизированных. По степени урбанизации реки располагаются в следующем возрастающем порядке: Грабовка → Терюха → Журбица → Столбунка → Липа → Неначь → Долгая (*среднеурбанизированные*) → Бобруйка → Уза (*сильноурбанизированные*).

Индекс загрязненности воды, рассчитанный по результатам гидрохимических исследований, в целом отражает степень урбанизации на водотоки (рис.): для среднеурбанизированных рек он изменяется в пределах 1,51–1,82, характеризуя их как «умеренно загрязненные» (III класс качества); величины

указанного индекса для сильноурбанизированных водотоков (2,016–2,04) характеризуют их как «загрязненные» (IV класс качества).

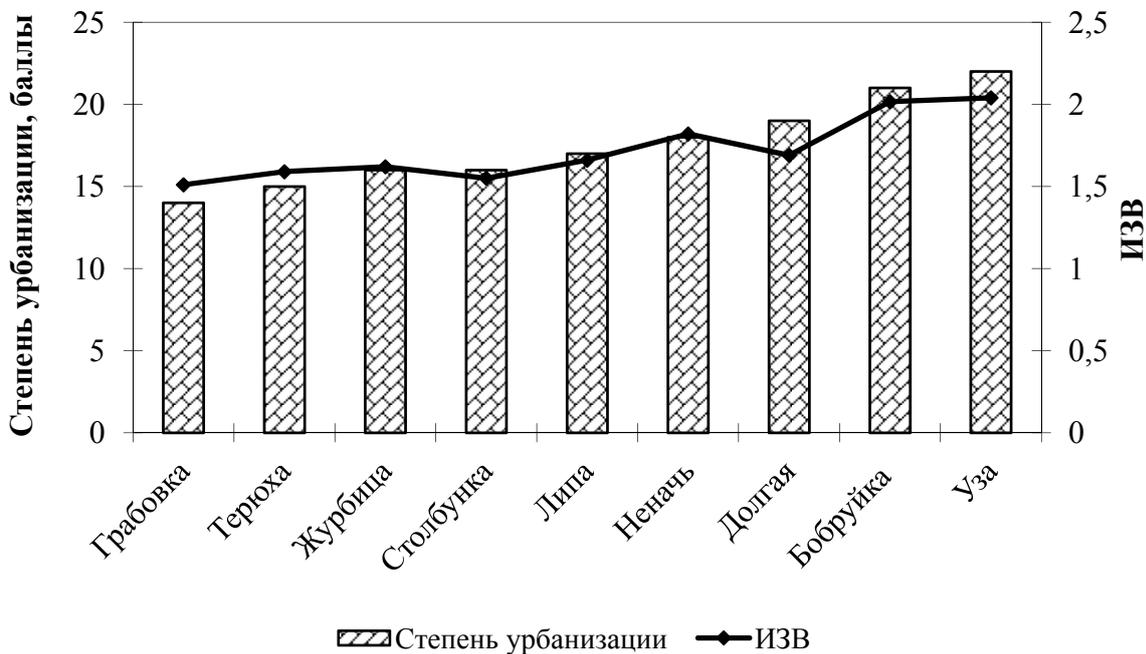


Рис. Зависимость ИЗВ от степени урбанизации исследованных рек

Определение экологического состояния (статуса) водотоков проводили на основании их типизации в пределах речного бассейна в соответствии с [2]. Установлено, что исследованные реки относятся к 1 и 3 типу. Значения гидрохимических показателей выявили следующее: в целом реки Грабовка, Терюха, Журбица, Столбунка, Липа, Неначь, Долгая отнесены хорошему экологическому состоянию (статусу), реки Бобруйка и Уза – к удовлетворительному.

Дальнейшие исследования предусматривают оценку трансформации русел малых рек и определение их экологического статуса с учетом гидроморфологических показателей, включающих величину стока, геометрию русла, длину и ширину полосы естественной прибрежной растительности, изменение уровня воды, береговой линии и др.

1. Янчуревич, О. В. К вопросу классификации водоемов по степени урбанизации / О. В. Янчуревич // Экологической науке – творчество молодых: Мат-лы II регион. науч.-практ. конф. ведущих специалистов, аспирантов и студентов. – Гомель, 2002. – С. 95–96.

2. ТКП 17.13-21-2015 (33149). Порядок отнесения поверхностных водных объектов (их частей) к классам экологического состояния (статуса). – Минск : Минприроды, 2015. – 24 с.

## ВНЕДРЕНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ В ТЕХНОЛОГИЮ УМЯГЧЕНИЯ ЛЬНЯНЫХ ТКАНЕЙ

*К.А. Котко*

*Н.Н. Ясинская, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент,*

*Н.В. Скобова, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Витебский государственный технологический университет

г. Витебск

Льноводство – одна из наиболее древних и в то же время важных отраслей растениеводства в Республике Беларусь, так как республика обладает как абсолютными, так и сравнительными преимуществами в производстве льноволокна. Достижения науки в производстве тканей, пошиве одежды, постельного белья и домашнего декора бесспорны и уникальны, однако белорусская легкая промышленность из года в год совершенствует свои технологии производства и отделки льняных тканей различного назначения. Актуальность данного явления очевидна – изделия из льна обладают уникальными свойствами, которые делают лён незаменимым сырьём для производства постельного белья и декоративных тканей, однако его высокая сминаемость и природная жесткость нравятся далеко не всем потребителям.

Решением вопроса придания дополнительных тактильных характеристик льняным материалам и изделиям являются технологии умягчающей заключительной отделки. В настоящее время существуют традиционные способы умягчающей отделки льняных тканей, которые обеспечивают достижение эффекта за счет нанесения различных видов смягчителей и, при необходимости, последующей их термофиксации. Существенным недостатком известных химических способов умягчающей отделки является кратковременность достигаемого результата и его неустойчивость к бытовым обработкам [1]. Более инновационным и экологически чистым подходом в решении проблемы умягчения льняных тканей является дополнительная энзимная модификация. Использование биообработки с последующим умягчением текстильного материала позволяет достичь максимальной степени мягкости, сохранить достигнутый эффект после многократных стирок, улучшить потребительские свойства изделия, сократив при этом расход смягчителя.

Целью проводимых исследований является оценка эффективности применения энзимных препаратов различных производителей в технологии умягчения льняных тканей постельного и декоративного назначения. В лабораторных условиях кафедры «Экология и химические технологии» УО «ВГТУ» проведены экспериментальные исследования по умягчению льняных тканей периодическим способом. Технология биоумягчения включает в себя следующие этапы: пропитка льняных изделий ферментным препаратом (1 % от массы материала), стирка, полоскание с добавлением микроэмульсии Tubingal RGH (концентрация согласно рекомендациям производителя).

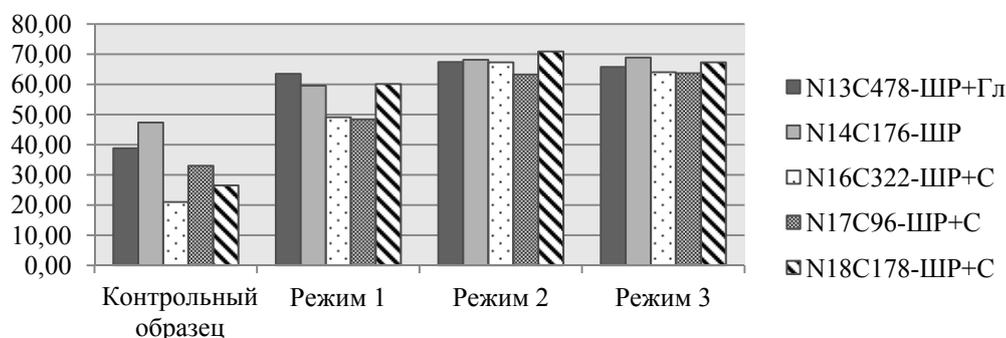
Энзимная стирка изделий проводилась по трем технологическим режимам:

Режим 1 – стирка в умягченной воде, полоскание с добавлением микроэмульсии Tubingal RGH; Режим 2 – ферментная стирка с препаратом Энзитекс ЦКП, полоскание с добавлением микроэмульсии Tubingal RGH; Режим 3 – ферментная стирка с препаратом Бактозоль СА, полоскание с добавлением микроэмульсии Tubingal RGH.

Для исследования использовались льняные и смесовые ткани постельного и декоративного назначения ОАО РУПТП «Оршанский льнокомбинат». Для обработки материала использованы ферментные препараты разных производителей: Бактозоль СЕ/СА (ф. Archroma, Швейцария) и Энзитекс ЦКП (ООО «Фермент», Беларусь).

Оценка степени умягчения льняных тканей проводилась по показателю коэффициента драпируемости (ГОСТ Р57470-2017 Материалы текстильные. Методы испытаний нетканых материалов. Часть 9. Определение драпируемости, включая коэффициент драпируемости, диаметр образца 30 см). Анализ диаграммы драпируемости (рис.) показывает, что значения коэффициентов драпируемости по режиму 1 в среднем на 52 % превышают значения коэффициента контрольного образца. Показатели по 2 и 3 режиму значительно не отличаются между собой, однако они превышают значение коэффициентов по 1 режиму на 14,6 %.

**Коэффициент драпируемости, %**



*Рис. Оценка коэффициента драпируемости льняных тканей*

Таким образом, можно сделать вывод о том, ферментные препараты Энзитекс ЦКП и Бактозоль СА одинаково положительно влияют на устранение жёсткости материалов, а использование индивидуально силиконового смягчителя не позволяет достичь желаемого эффекта мягкости. Следовательно, экспериментально доказана эффективность использования ферментов в операциях умягчения льняных тканей.

1. Скобова, Н. В. Умягчающая отделка льняных постельных тканей / Н. Н. Ясинская, К. А. Котко // Материалы докладов 52-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов, Витебск, 2019, т.1 – С. 400–403.

## РОЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ В ОБЕСПЕЧЕНИИ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

*А.В. Корунос, М.И. Кулик*

*Г.И. Зайчук, научный руководитель, канд. юрид. наук, доцент*  
Брестский государственный университет им. А.С. Пушкина  
г. Брест

О важности данной темы свидетельствует то, что охрана окружающей среды – одна из наиглавнейших задач деятельности государства. В соответствии со ст. 16 Конституции Республики Беларусь каждый имеет право на благоприятную окружающую среду и на возмещение вреда, который причиняется нарушением этого права [1]. На государство конституционное право человека возлагает обязанность осуществлять эффективный контроль по видам возможного влияния планируемой деятельности или же другой деятельности на окружающую среду и за соблюдение законодательства в данной области. Люди уже давно живут в экологическом кризисе, так как человек негативно воздействует на окружающую среду для удовлетворения различных потребностей, в основном материальных. Об этом свидетельствует дисбаланс во взаимодействии общества с природой и в экологических системах. По некоторым оценкам, предотвращение загрязнения природной среды в 4–5 раз дешевле, чем устранение негативных последствий нерациональных экологических решений.

Целью является комплексное исследование сущности экологической экспертизы. Для достижения данной цели необходимо решение следующих задач: 1) дать понятие экологической экспертизы; 2) охарактеризовать правовые основы осуществления экологической экспертизы; 3) изучить нормы права, которые регламентируют порядок организации и осуществления экологической экспертизы; 4) выявить актуальные проблемы правового регулирования экологической экспертизы на современном этапе.

Объектом исследования являются общественные отношения, которые возникают в процессе осуществления экологической экспертизы.

Методологической основой исследования является всеобщий диалектический метод познания, а также иные научно-познавательные методы: системный, функциональный, формально-логический и другие.

Экологическая экспертиза – выявление соответствия либо несоответствия предпроектной или же другой документации в отношении требований к намечаемой хозяйственной либо другой деятельности в соответствии с законодательством Республики Беларусь об охране окружающей среды и рациональном задействовании природных ресурсов.

Целью экологической экспертизы считается устранение вредоносного влияния хозяйственной деятельности на состояние здоровья человека, приро-

доохранную защищенность общества и охрану окружающей среды. Ее правовая суть состоит в том, что она проверяет соответствие условиям действующего природоохранного правоприменения конкретной процессуальной форме каждой намечаемой хозяйственной деятельности, а также является одним из организационных, управленческих и функциональных инструментов механизма охраны окружающей среды, а также оптимального природопользования. Ее задача состоит в том, чтобы определить уровень влияния определенного хозяйственного объекта на состояние здоровья человека и находящуюся вокруг среду. В конце оформляется заключение [2]. Различают государственную, которая проводится органами исполнительной власти, и общественную экологическую экспертизы.

Нормы о проведении экологической экспертизы закреплены в Законе Республики Беларусь «Об охране окружающей среды», Законе Республики Беларусь «О государственной экологической экспертизе, стратегической экологической оценке и оценке воздействия на окружающую среду».

В белорусском законодательстве есть некоторые проблемы: акцент делается на государственную экологическую экспертизу, а общественная экологическая экспертиза обладает рекомендательным характером и не влечет отчетливо конкретных последствий; отсутствует комплексное правовое регулирование государственной и общественной экспертизы; отсутствует понятие объекта экологической экспертизы на окружающую среду.

Подводя итог вышесказанному, можно сделать вывод, что для разумного использования природопользования, оздоровления окружающей среды, сохранения генофонда Республики Беларусь и охраны здоровья людей необходимо: дальнейшее развитие нормативно-правовой базы в области охраны окружающей среды; реализация принятых национальных экологических программ; развитие экологических страховых и сертификационных учреждений; реализация существующих соглашений о сотрудничестве в области окружающей среды и организация совместных действий в случае загрязнения транзита; принятие положений об экономических стимулах для охраны окружающей среды; развитие сети особо охраняемых природных территорий Республики Беларусь; принятие комплексного закона «Об экологической экспертизе».

1. Конституция Республики Беларусь: с изм. и доп., принятыми на респ. референдумах 24 ноября 1996 г. и 17 октября 2004 г. – Минск : Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь, 2020. – 39 с.

2. Об охране окружающей среды : Закон Республики Беларусь, 26 ноября 1992 г., № 1982-ХІІ // Нац. правовой портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://pravo.by/document/?guid=3871&p0=v19201982>. – Дата доступа: 25.03.2020.

## ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСОВ ГЕРПЕТОБИОНТОВ В ЗЕЛЕННОЙ ЗОНЕ ГОРОДА ГОМЕЛЯ

А.С. Кутай

Г.Л. Осипенко, научный руководитель

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины  
г. Гомель

Леса охватывают большие территории. Отдыхающие, сами того не подозревая, влияют на различные процессы формирования комплексов организмов. Исследования зеленых пригородов зон особенно важно сейчас, когда очень интенсивно идет процесс изменения ландшафтов человеком. В результате этого многие виды исчезают или уменьшаются в численности, меняют образ жизни, а некоторые получают благоприятные условия для развития.

Целью данной работы является изучение механизмов формирования комплексов герпетобионтных жуков сосновых лесов, примыкающих к городу Гомелю.

Объектом исследования и наблюдения в данной работе послужили герпетобионтные жуки, специфика их динамической активности и особенности структуры на территории сосновых лесов Ченковской зоны отдыха. В отношении эколого-географических характеристик выбранный участок обитания исследуемых особей отличается, в целом, равнинным рельефом. Однако в пределах данной территории встречаются небольшие насыпи и углубления в почве, скорее всего вызванные действием свойственных для данной зоны различных географических процессов.

Участок исследования находится на расстоянии 0,5 км от асфальтированной дороги. Недалеко расположен не действующий лагерь. В первом и втором ярусе единственным доминантом является сосна обыкновенная. Для подлеска характерна лещина, крушина ломкая, волчье лыко, дуб черешчатый, рябина. За счет большого количества лиственных пород деревьев в подлеске на большей части данного участка присутствует опад не менее 5 см, а местами и больше. Растительность однообразна. Повсеместно встречаются малина, черничник, папоротник орляк. Местами есть островки злакового разнотравья, но они не большие по площади и редки. Проективное покрытие на всей протяженности участка не более 45–50 %, а местами всего лишь до 15 %.

За весь период исследований на территории сосновых лесов зеленых зон города Гомеля отмечено 13 видов герпетобионтных жуков, представителей следующих семейств: *Carabidae*, *Staphylinidae*, *Scarabaeidae*, *Silphidae*, *Curculionidae*. Абсолютным доминантом является вид *Geotrupes stercorosus* из семейства *Scarabaeidae*. Субдоминантом – *Nicrophorus vespillo* из семейства *Silphidae*.

Наибольшей динамической активностью обладает семейство *Carabidae* (541 экземпляр). Здесь доминантом является *Carabus nemoralis* (179). Субдоминантами являются *Carabus glabratus* (118) и *Pterostichus niger* (108). В экологических группах по влажности почвы выделили мезофильные, мезоксерофильные и мезогигрофильные виды. По биотопической приуроченности были выделены 3 экологические группы: лес, лес–болото, лес–поле–болото. Были выделены виды, которые принадлежат к евроказахстанскому, евробайкальскому, трансевразийско суббореальному, европейскому, трансевразийско температурному и еврокавказскому типу фауны.

Также из 9 видов герпетобинтных жуков семейства *Carabidae*, 1 вид относится к Евробайкальскому типу фауны (*Carabus cancellatus*), к трансевразийскому суббореальному типу фауны относится вид *Carabus arcensis*, к трансевразийскому температурному типу – вид *Pterostichus oblongopunctatus*, к европейскому типу – вид *Carabus glabratus*, к еврокавказскому типу – *Pterostichus niger*, к евроленскому типу – вид *Agonum assimile*. Таким образом соотношение видов составляет 1:1:1:1:1:1 [1].

Многие виды герпетобионтных жуков являются индикаторами загрязнения среды. Их охрана и планомерные исследования могут помочь в изучении последствий загрязнения окружающей среды. Охрана предупреждает исчезновение многих видов, без которых возможны различные нарушения равновесия среды их обитания и биологических процессов.

1. Александрович, О. Р. Зоогеографический анализ комплексов жужелиц в экотоне и образующих его биоценозах / О. Р. Александрович, Г. Н. Тихончук // Вести АН Белоруссии. Сер. биол. наук. – 1999. – № 2 – С. 93–96.

## ASSESSMENT OF URBAN SOIL POLLUTION USING GARDEN CRESS

*T.M. Levintsov*

*N.A. Kovzik, academic adviser*

Francisk Skorina Gomel State University

Gomel, The Republic of Belarus

Relevance. Gomel is the second biggest city of the country by people. There are many harmful factories such as Gomel Chemical Plant and Gomeloboi. In this case people need to know environmental condition of the city. The way we used is pretty simple and effective. It doesn't take a lot of money.

The purpose of the research is trying to check soil pollution of Gomel different districts, comparing and revealing the most polluted district.

Garden cress is an annual vegetable plant that is highly sensitive to soil pollution by heavy metals and gaseous emissions of vehicles. This bioindicator is has rapid seed germination. The plant has big sensitivity to pollution [1].

We researched 3 zones. The park zone is located outside of factories and highways. Barykin street is one of the busiest highways of the city. And the third zone was situated near phosphogypsum waste (territory of the Gomel Chemical Plant).

Seed germination in the park area is approximately equal to 70%. Seedlings of this section have a dense relatively strong stem, medium growth. There are no visible defects in morphological development. This group of plants had a relatively high germination rate. We relate this area to relatively clear land.

In the area near the roadway on the Barykin street germination rate was about 35%. The seedling growth was small, the stalk of the plants is strong. Insignificant morphological defects are observed and the average rate of germination According to the data the soil is quite severely contaminated

Seed germination in the area of a chemical plant is about 50%. The seedlings are small. There are not considerable defects. The speed of rise is the slow. That information makes us think this district has relatively big contamination.

Based on the work we can conclude that all areas have pollution. However, the greatest pollution indicators are situated near the roadway which indicates a strong pollution of the soil due to the large exhaust emissions of vehicles. Based on this it can be judged that in this period the soils of Gomel are polluted to a greater extent not by industrial production, but by motor vehicles.

1. Кулеш, В. Ф. Практикум по экологии / В. Ф. Кулеш. – Минск : Высшейшая школа, 2007. – 272 с.

## **ВОССТАНОВЛЕНИЕ ХВОЙНЫХ ЛЕСОВ В ТАРНОГСКОМ РАЙОНЕ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

*А.А. Лесукова*

*А.С. Новосёлов, научный руководитель, канд. с.-х. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Восстановление лесов осуществляется, в основном, за счёт мер содействия естественному возобновлению и заключается в сохранении подроста лесных древесных пород при проведении заготовок древесины. Там, где в хозяйственно приемлемые сроки не происходит естественное возобновление хвойными и другими ценными древесными породами, проводится искусственное

лесовосстановление. При этом предотвращается смена древесных пород на малоценные, сокращается лесовозобновительный период, создается возможность выращивания высокопродуктивных насаждений необходимого состава и целевого назначения и более рационального использования земель лесного фонда [1].

*Актуальность* работы заключается в проведении своевременной оценки лесоводственной эффективности создания лесных культур на разных стадиях и результате перевода в покрытую лесом площадь и обследование культур в среднем возрасте.

*Цель исследования* – изучить лесные культуры, переведенные в покрытые лесом площади, созданные путём посадки ели и сосны в Тарногском районе Вологодской области. Для достижения поставленной были поставлены следующие задачи:

1) подобрать, согласно параметрам лесных культур, переведенных в покрытые лесом площади, естественные древостои сосны и ели; 2) провести измерительные и диагностические работы в искусственных древостоях и естественном лесу; 3) составить таксационное описание древостоев; 4) проанализировать жизненное состояние лесных культур;

*Методы исследования:* лесотаксационные работы в культурах выполнялись в 2019 году согласно положениям традиционной методики. Замер высот и параметров фенотипа осуществлялись при индивидуальном учёте каждого дерева. Длина ленточной пробной площади – 50 м, с шириной 10 и более метров.

*Объекты исследования:* Тарногский район – это один из многолесных районов Вологодской области, лесистость которого составляет 78,7 % (от площади области). Лесные земли занимают 418 205, а земли, покрытые лесной растительностью, – 408 162 га. Район расположен в подзоне средней тайги, поэтому в растительных сообществах преобладают хвойные леса, под которыми формируются подзолистые почвы [2].

Исследуемые объекты лесовосстановления располагаются в двух участковых лесничествах. Тип леса представлен ельниками и сосняками кисличными. Общая площадь Верховского участкового лесничества – 62 707 га. Содействие естественному восстановлению проводилось с сохранением подроста ели, на площади в 12 га, а сосны – 22 га. Площадь Верхне-Кокшеньгского лесничества составляет 56 120 га. Лесопосадки ели занимают 25, а сосны – 20 га. Объекты подобраны с таким условием, чтобы их средние диаметры были в рамках одной ступени толщины.

Общий класс бонитета для пород распределился следующим образом: II – ель, I – сосна. Подобранные насаждения достаточно продуктивны (высокобонитетны). На пробных площадях восстановление представлено преимуще-

ственно чистыми породами, но присутствуют и сопутствующие, в качестве примеси.

Сравнивая еловые культуры с естественным лесом, установлено, что запас на первой ленте учёта составляет 54 м<sup>3</sup>/га, что на 4 м<sup>3</sup>/га превышает запас на второй. Аналогично, сосновый запас на третьей пробной площади составляет 170 м<sup>3</sup>/га, что на 38 м<sup>3</sup>/га превышает запас на четвёртой.

Густота в сосновых культурах 1167, а в естественных условиях 925 экз/ га. Произошел отпад еловых культур на 150, по сравнению с ситуацией на второй пробной площади, густота которой 950 экз/га.

На объектах посадок наблюдается только три, а на объектах содействия возобновлению – четыре категории жизненного состояния. В еловых культурах деревьев без признаков ослабления 1450, что на 25 экз/га больше, чем в естественных ельниках. Соответственно в сосновых культурах густота 2133, а для естественных сосняков – 1966 экз/га.

В еловых и сосновых культурах доля здоровых деревьев выше, чем при естественном залесении, и составляет разницу в 15 и 12 % соответственно. На объектах содействия естественному возобновлению, деревья с категориями жизненного состояния «ослабленные» и «сильно ослабленные» занимают 17 % в обоих случаях. В естественных условиях усыхающих деревьев на 4 % больше в ельниках, чем в сосняках.

На основании всего вышесказанного сделаны следующие *выводы*:

1. Густота посадок сосновых культур на 217 экз/га выше, чем в естественном сосняке. Произошел отпад еловых культур на 150 экз/ га по сравнению с естественным зарастанием, и связано это с тем, что в культурах низкая приживаемость и более выражена конкуренция.

2. Усыхающие деревья наблюдаются только в естественных условиях местопроизрастания (в ельниках их 125, а в сосняках – 66 экз/га).

3. В сосновых культурах древостои без ослабления составляют 92 %, а в еловых – 91 %.

1. Родин, А. Р. Лесные культуры : учебник / А. Р. Родин, Е. А. Калашников. – Москва : Федеральное агентство лесного хозяйства, 2009. – 462 с.

2. Лесохозяйственный регламент Тарногского лесничества на территории Вологодской области // Департамент лесного комплекса Вологодской области. – 2017. – 12 октября. – С. 139.

## СРАВНЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ВОРОНЕЖСКОЙ И ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТЕЙ

*Е.А. Мальцева, М.А. Артамонов*

Воронежский государственный педагогический университет  
г. Воронеж

Актуальность выбранной темы заключается в том, что на данный момент экологическая обстановка Воронежской области находится в неблагоприятном состоянии: для ее улучшения и повышения качества жизни необходимо выявить причины загрязнения окружающей среды и найти пути их решения.

Цель: выяснить, почему Воронежская область наиболее загрязнена, чем Тамбовская.

Задачи: выявить источники загрязнения окружающей среды Воронежской и Тамбовской областей; сравнить экологическое состояние Тамбовской и Воронежской областей; найти пути решения экологических проблем Воронежской области.

Объект исследования: экология Воронежской области.

Методы исследования: наблюдение, сравнение, анализ.

В настоящее время Воронежская область занимает 50 место среди 85 субъектов РФ в экологическом рейтинге страны, в то время как Тамбовская возглавляет этот список.

Большинство природных проблем регионов устанавливаются из-за большого количества выдающихся промышленных центров – в них сосредоточено существенное число крупных предприятий легкой, пищевой, химической промышленности, машиностроения, изготовления строительных материалов.

Если рассматривать основные экологические проблемы Воронежской и Тамбовской областей, можно выделить следующие факторы их образования:

1) Загрязнение гидроресурсов. Из года в год в водные объекты Воронежской области сбрасывают более 320 млн м<sup>3</sup> сточных вод. На некоторых участках региона замечено загрязнение подземных вод сульфатами и нефтепродуктами, которые произошли в итоге промышленной деятельности. Неудовлетворительное очищение воды, в связи с оборудованием старого образца и малым контролем над соблюдением технологии водоочистки, являются главной причиной загрязнения. За последние несколько лет качество гидроресурсов в Тамбовской области снизилось. Многие реки заболачиваются и заиливаются. В области массово используются подземные воды для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения. Получение качественной питьевой воды из подземных источников приводит к попаданию в водопровод личинок.

2) Загрязнение воздуха. Объем веществ, загрязняющих атмосферу Воронежской области, с каждым годом увеличивается, и на данный момент составляет 71,9 тыс. тонн. Первенствующим фактором загрязнения воздуха является

автотранспорт, а именно эксплуатация низкокачественного топлива. В Тамбовской области ситуация сложилась так, что 60 % загрязнений приходится на автотранспорт, остальные 40 % составляют выбросы различной промышленности. За год в воздух может попадать от 170 до 190 тыс. тонн вредных веществ.

3) Переработка отходов. Наиболее важной экологической проблемой двух областей является огромное количество крупных и мелких свалок, большинство из них осуществляются без разрешения высшей инстанции и используются с нарушением правил природоохранного законодательства. Ежегодно их число в регионах увеличивается. Актуален вопрос об утилизации отходов.

Несмотря на то, что регионы имеют близкое географическое положение, ряд схожих экологических проблем и представляют собой хорошо развитый аграрно-промышленный центр России, Тамбовская область с каждым годом, демонстрирует улучшение внутрирегиональной экосистемы. В области наблюдается высокий уровень развитости аграрного сектора экономики, совершенствования которого невозможно без соблюдения экологических требований. Прежде всего это касается состояния почв. В аграрный сектор области были сделаны совместные вложения, это обеспечило весомый прирост сельскохозяйственного производства. В итоге природоохранных мероприятий была существенно снижена концентрация различных вредных веществ в атмосфере, воде и особенно в почвах. Для сокращения выбросов вредных веществ в атмосферу транспортом разработана программа перевода муниципального общественного и большей части грузового транспорта с бензина и дизельного топлива на газ.

Пути решения экологических проблем:

1. Переводить предприятия на безотходное производство.
2. Очищать атмосферу от побочных токсичных веществ, выработанных производствами.
3. Пользоваться экологически чистыми видами энергии.
4. Уничтожать несанкционированные свалки.
5. Работать над развитием зеленого пояса и лесопарковых зон.
6. Организовать производства по безопасной переработке отходов.

Вывод: были выявлены причины наихудшей экологической обстановки в Воронежской области по сравнению с Тамбовской, а также представлены пути решения проблем природной среды.

1. Экология Воронежской области. URL: [http://www.ecorodinki.ru/voronezhskaya\\_oblast/ekologoya](http://www.ecorodinki.ru/voronezhskaya_oblast/ekologoya) (дата обращения: 18.03.20)
2. Экология Тамбовской области. URL: <http://ecologyoftambovregion.tilda.ws/> (дата обращения: 18.03.20)

## ПРОБЛЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

**О.В. Мишакова**

**О.В. Ковалёва** научный руководитель, канд. биол. наук, доцент  
Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины  
г. Гомель

Гомельская область – крупнейшая из областей Республики Беларусь (40,4 тыс. км<sup>2</sup>), включающая 21 район с численностью населения более 1,4 млн человек (около 15 % населения страны). Удельный вклад области в республиканские показатели социально-экономического развития составляет [1]: 20,6 % (продукция промышленности), 14,7 % (продукция сельского хозяйства). Указанные отрасли – одни из наиболее «водоемких», требующих изъятия воды из природных источников и осуществляющие сброс сточных вод, в том числе в поверхностные водные объекты. Исходя из этого, актуальность исследований является очевидной.

Цель данной работы состояла в выявлении основных проблем рационального использования водных ресурсов на территории Гомельской области Республики Беларусь.

В основу данного сообщения положен анализ статистических данных за период 2014–2018 гг. [1, 2].

За указанный выше период отмечена устойчивая тенденция к снижению объемов изъятая из природных источников воды на 5,4–19,6 %. Потери и неучтенные расходы воды за указанный выше период составили 93,6–139,8 млн м<sup>3</sup>/год. Регистрируется их сокращение на фоне снижения объемов потребляемой воды с 8,72 до 6,73 % (рис. 1).

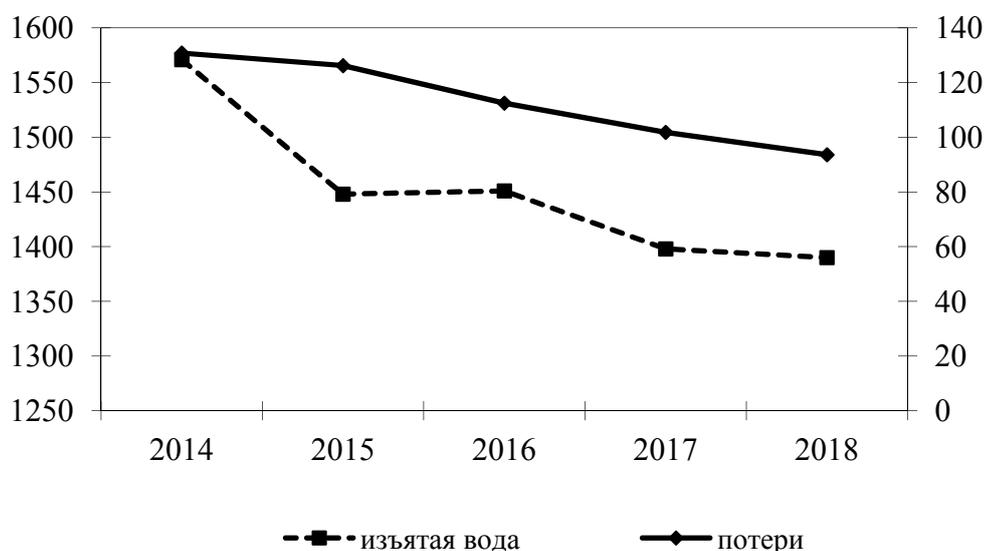


Рис. 1. Объемы изъятая воды, потери и неучтенные расходы, млн м<sup>3</sup>

Основными потребителями изъятной воды являются: хозяйственно-питьевые нужды, включая лечебные (37,5–42,9 %), промышленность (29,8–41,8 %), рыболовство (11,5–17,6 %), сельское хозяйство (9,75–12,2%).

Установлено, что на территории области на настоящий момент насчитывается 23 предприятия, осуществляющих сброс сточных вод в поверхностные водные объекты [2]. Начиная с 2016 г. отмечается сокращение сброса в поверхностные водные объекты как всего объема сточных воды, так и сточных вод без предварительной очистки (рис. 2).

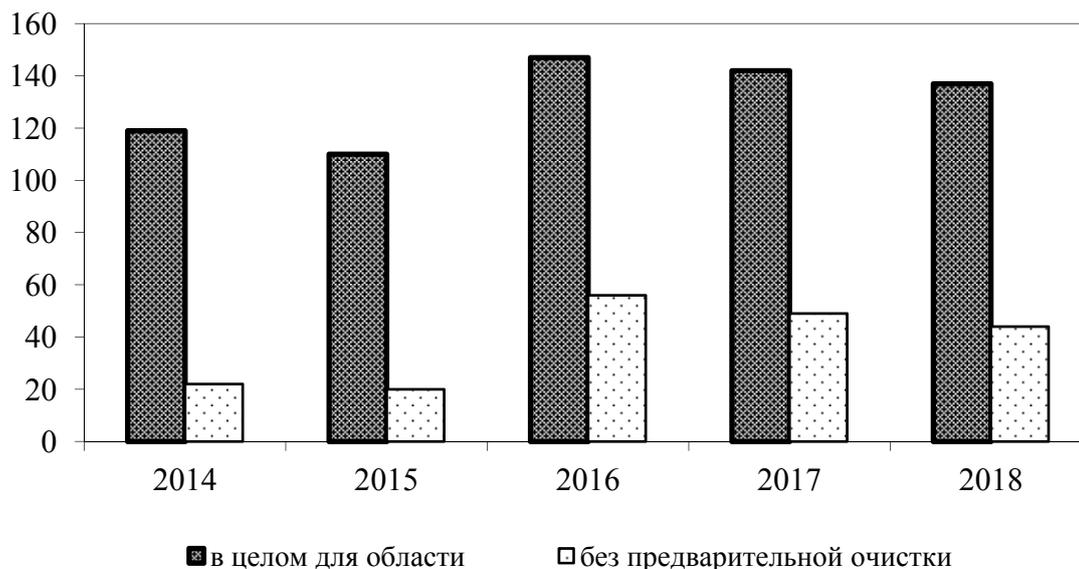


Рис. 2. Сброс сточных вод в поверхностные водные объекты, млн м<sup>3</sup>

Исследованиями также выявлены основные проблемы рационального использования водных ресурсов на территории Гомельской области: высокие концентрации железа общего как в поверхностных водных объектах, так и в подземных водах, используемых в качестве источника питьевого водоснабжения; практика использования сельскими жителями в качестве источников питьевой воды колодцев и колонок, качество подаваемой воды которых не соответствует санитарным требованиям по ряду санитарно-химических и микробиологических показателей; довольно высокие показатели потерь и неучтенных расходов воды в системах коммунального водоснабжения; долговременная эксплуатация очистных сооружений, приводящая к их износу и необходимости реконструкции.

1. Гомельская область в цифрах: статистический справочник 2020. – Минск, 2020. – 84 с.

2. Здоровье населения и окружающая среда Гомельской области в 2018 году. – Гомель, 2019. – Вып. 2. – 93 с.

## СОРБЦИОННАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ МЕДИ

*В.О. Мухин, П.С. Полозкова*

*Н.Л. Маркелова, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Ярославский государственный технический университет  
г. Ярославль

Одним из сильнейших по действию и наиболее распространенным химическим загрязнением водоемов является загрязнение тяжелыми металлами. При попадании в организм человека или животных тяжелые металлы провоцируют развитие патологий, приводят к сильной интоксикации с последующим летальным исходом.

К тяжелым металлам относится и медь. Установлено, что больше всего ионов меди (до  $6 \text{ г/дм}^3$ ) содержится в стоках промышленности электротехники и машиностроения. Соединения меди попадают в наши водоемы не только с отечественных предприятий, а также с водами рек других пограничных государств. По данным Государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации» в 2018 [1] соединения меди попадают на территорию РФ из пограничных государств: Финляндии, Украины, Грузии, Казахстана, Монголии и Китая. Самый большой вклад вносят: Финляндия через реку Вуокса – 98 тыс. тонн/год (в пересчете на соединения меди) и Казахстан через реку Иртыш – 82 тыс. тонн/год.

Динамика сброса загрязненных сточных вод в поверхностные природные водоемы по г. Ярославлю представлена на рисунке 1.

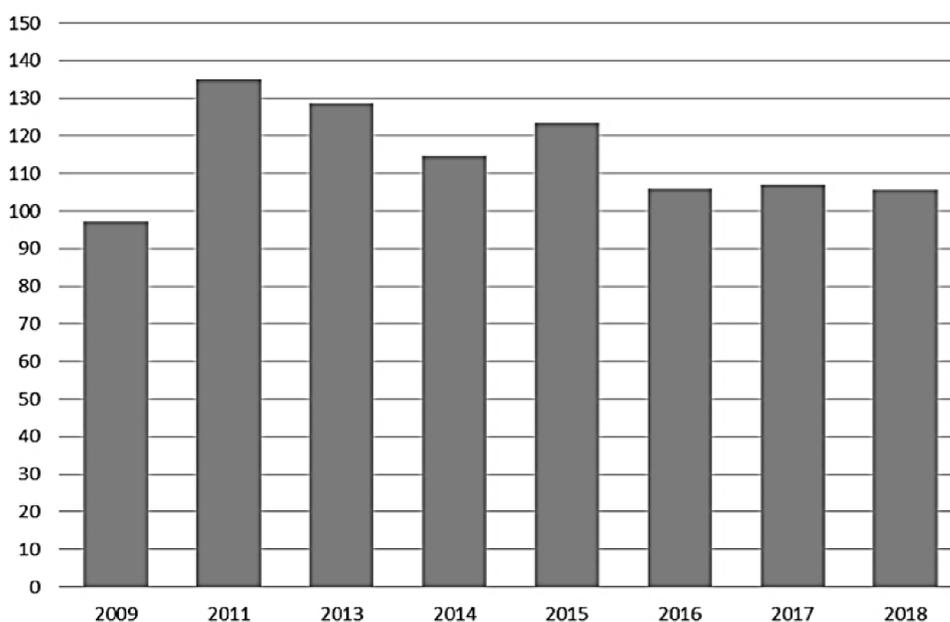


Рис. 1. Динамика сброса загрязненных сточных вод в поверхностные и природные водоемы по г. Ярославлю, 2009–2018 г., млн м<sup>3</sup>

По представленным данным можно сделать вывод об актуальности поиска эффективного метода очистки загрязненных вод от ионов тяжелых металлов.

Из литературы известны следующие методы очистки сточных вод от тяжелых металлов: реагентный, сорбционный, ионообменный, электрохимический, обратный осмос и наночистота.

Цель работы – провести эксперимент по очистке воды, загрязнённой ионами меди, методом адсорбции. В качестве сорбента использовали отход металлургического производства – металлургическую пыль с дисперсностью частиц 0,3–100 мкм.

С помощью металлургической пыли была проведена очистка воды от ионов меди при различной массе загрузки пыли и времени сорбции (рис. 2). Медь определяли фотометрическим методом с использованием аммиака [2].

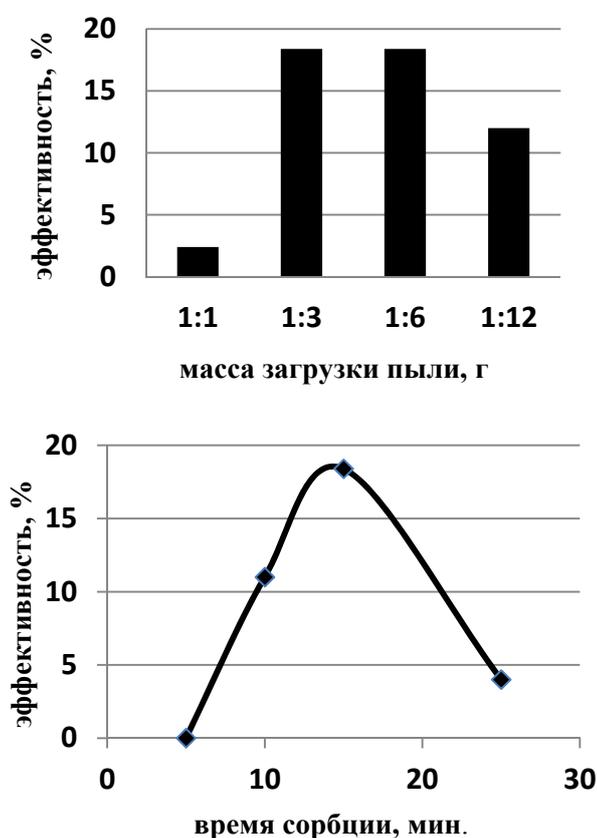


Рис. 2. Результаты адсорбционной очистки сточной воды металлургической пылью

В результате проведенного эксперимента установлено, что металлургическую пыль можно использовать в качестве сорбента, но эффективность очистки оказалась низкой – 18,4 % при массе загрузки ионов меди к металлургической пыли 1:3 соответственно и оптимальном времени перемешивания 15 минут.

Работа не закончена. В продолжение научной работы предполагается получить модифицированный сорбент на основе металлургической пыли.

1. Государственный Доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году». Москва : Минприроды России; НПП «Кадастр», 2019. 844 с.

2. Лабораторный практикум по общей химии: учеб. пособие для студ. нехим. спец. вузов / И. А. Бровкина [и др.] ; ред. А. А. Таперова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Высш. шк., 1976. – 318 с.

## КОЭФФИЦИЕНТ РЕГРЕССИИ НА ГРАФИКАХ СВЯЗИ

*А.Л. Некипелова*

*З.К. Иофин, научный руководитель, д-р техн. наук, профессор*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Физическая трактовка коэффициента регрессии в литературе нами не встречена. Для обоснования физического смысла коэффициента регрессии мы воспользовались линейно-корреляционной моделью и представили коэффициент регрессии в следующем виде:  $E = \frac{b}{k}$ ,  $k = \frac{b}{E}$ ,  $k = \frac{R_T + R_0}{R_T + R_0 + R_\tau}$  [1].

Из выражения  $k = \frac{R_T + R_0}{R_T + R_0 + R_\tau}$  следует, что достаточно влиятельным фактором в выражении является слой впитывания на спаде стока  $R_\tau$ . Кроме этого, коэффициент регрессии определяется потерями атмосферных осадков на впитывание за период водообразования  $R_T$  и потерями на впитывание после окончания стока в замкнутых понижениях  $R_0$ .

Если представить себе, что потери на спаде  $R_\tau = 0$ , что физически необоснованно, то тогда коэффициент регрессии формально становится равным 1, что тоже физически несостоятельно. Поэтому  $R_\tau$  всегда присутствует в выражении коэффициента регрессии и определяет в значительной степени этот коэффициент.

Мы выполнили проверку определения коэффициента регрессии при отсутствии наблюдений – для этого мы построили график  $\frac{b}{p} = f(\Phi)$  (от геофорологического фактора  $\Phi$ ) и привлекли для этой цели данные по почвенным особенностям территории, при помощи которого удалось разделить территорию на 7 групп по видам почв (график представлен на рисунке).

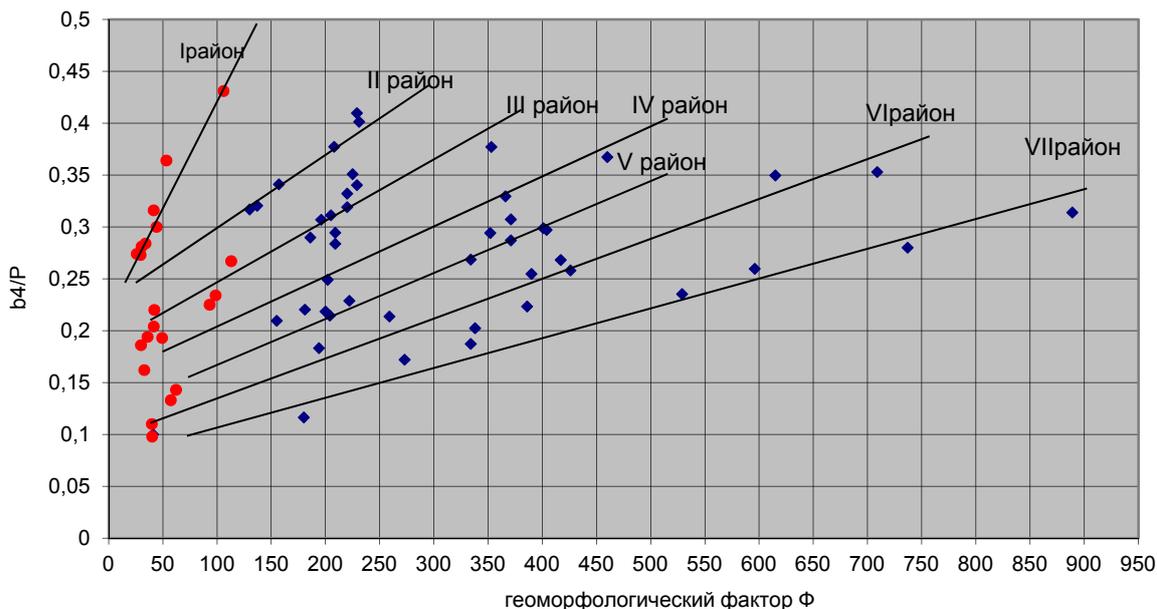


Рис. График зависимости относительной доли впитывания от геоморфологического фактора для условий Вологодской области совместно с характеристиками Восточной Кубы (красные точки соответствуют водосборам рек Восточной Кубы)

Определение  $R_T$  и  $R_0$  мы выполнили по этому графику, экстраполируя линии связи до значения  $\Phi = 0$ . Значение  $\Phi = 0$  представляет собой виртуально вертикальные склоны водосбора, при которых не будет потерь в замкнутых понижениях. Тогда мы по значению на оси ординат определяем величину  $R_T$ . Значение  $R_0$  определяется по тангенсу угла наклона каждой линии. Зная все параметры зависимости  $k = \frac{R_T + R_0}{R_T + R_0 + R_\tau}$ , вычислен коэффициент регрессии и ошибка его вычисления составляет 6 % [2].

Кроме физического обоснования коэффициента регрессии, необходимо отметить, что, зная параметры  $b$  и  $k$ , фактически мы пришли к смоделированному уравнению водного баланса в виде уравнения прямой линии.

1. Бефани, А. Н. Основы теории ливневого стока / А. Н. Бефани // Труды Одесского гидрометеорологического института-Ленинград: Гидрометеиздат, 1958. – 310 с.

2. Иофин, З. К. Линейно-корреляционная модель водного баланса // Журнал университета водных коммуникаций. – 2013. – № 2. – С. 20–32.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЗОНЫ

*В.В. Соловьева, А.В. Никитина*

*Е.Л. Никитина, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Ярославский государственный технический университет  
г. Ярославль

Характерная особенность лакокрасочного производства – использование широкого спектра сырьевых материалов, в том числе пигментов, сиккативов и других компонентов, содержащих тяжелые металлы, которые обеспечивают защитные, противокоррозионные и декоративные свойства готовым изделиям. Осознание опасности тяжелых металлов в лакокрасочной промышленности привело к тому, что уже в начале XX века в ряде стран были запрещены некоторые виды пигментов и введены ограничения на использование других соединений свинца и хрома при производстве красок для бытовых нужд [1]. К настоящему времени имеются достоверные данные негативного воздействия свинца, хрома, кадмийсодержащих лакокрасочных материалов на здоровье человека. ОАО «Лакокраска» является практически единственным предприятием лакокрасочной отрасли, имеющим мощности по изготовлению пигментов на основе свинца.

Цель исследования – выявление уровней накопления тяжелых металлов в почвах, прилегающих к лакокрасочному комбинату, и оценка фитотоксичности почв.

Исследуемые почвы предприятия ОАО «Лакокраска» относятся к типу дерново-подзолистых и характеризуются слабокислой, слабощелочной реакцией среды. С целью комплексного изучения состояния тяжелых металлов в природных компонентах городской среды на территории, прилегающей к лакокрасочному комбинату, были отобраны пробы почвы. Отбор проб производился за территорией предприятия по окружности с центром, совпадающим с источником загрязнения. Содержание токсикантов в почвенных пробах определялось фотометрическим методом. В качестве экстрагентов использовали кислотные вытяжки. Степень загрязнения определялась как отношение содержания токсикантов в почве к величинам ПДК, ОДК или к фоновому значению [2]. Проведена сравнительная оценка почв по валовым формам, суммарному показателю загрязнения почв, индексу токсичности.

Установлено, что почвы, прилегающие к территории лакокрасочного предприятия, накапливают свинец, цинк, медь. В качестве тест-культуры для оценки индекса токсичности почвы использовали семена кресс-салата, которые обладают повышенной чувствительностью к загрязнению тяжелыми металлами. Установлено, что по индексу токсичности почвы являются средне-токсичными. Угнетение растений наблюдается в почвах, произрастающих в

северном и юго-восточном направлениях. В указанных направлениях также отмечается и наибольшее содержание свинца и цинка в почвенном слое.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о загрязнении тяжелыми металлами почвы, территории лакокрасочного предприятия. Поэтому внесение органических веществ, известкование помогают в какой-то мере в борьбе с загрязнением. Посев, скашивание и удаление с поверхности почвы растений существенно снизят концентрацию тяжелых металлов в почве.

1. Антонова, Ю. А. Сафонова, М. А. Тяжелые металлы в городских почвах // *Фундаментальные исследования*. – 2007. – № 11. – С. 43–44.

2. Лесникова, Е. А. Оценка уровней содержания тяжелых металлов в почвах Ярославля // *Вестник РУДН Сер. Экология и безопасность жизнедеятельности*. – 2003. – № 9. – С. 45–47.

## ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКТОР АВАРИЙНОСТИ ТРУБОПРОВОДОВ РОССИИ И США

*А.И. Овчинникова*

Санкт-Петербургский государственный университет  
г. Санкт-Петербург

Изучение причин аварийности на существующих трубопроводах необходимо для прогнозирования и предупреждения будущих аварий. Среди причин аварийности помимо антропогенных выделяют также природные (воздействия геологической среды), которые рассмотрены в данной работе.

Для анализа распределения природообусловленных аварий трубопроводов северных штатов США (Аляска, Монтана, Северная Дакота) по различным типам четвертичных отложений использовалась статистика из базы данных Национальной системы картографирования трубопроводов США [2] и карты четвертичных отложений. Полученные данные по аварийности трубопроводов США были сравнены с данными об аварийности на промысловых трубопроводах месторождений Удмуртии [1].

Согласно данным К.А. Машкова [1], повышенной аварийностью отличаются делювиальные, делювиально-солифлюкционные склоны и овражно-балочные комплексы, а также пойменные отложения и отложения I надпойменных террас (табл. 2). Пониженную аварийность К.А. Машков отмечает на элювиально-делювиальных отложениях. Подобная закономерность прослеживается и в северных штатах США (табл. 1): наиболее аварийно опасны аллювиальные отложения, особенно пойменный аллювий, а также нерасчлененный аллювий и аллювий террас. Прослеживается приуроченность аварий к ледниковому генетическому типу, что отчасти объясняется широким распростране-

нием ледниковых отложений на территориях рассматриваемых штатов вследствие обширного оледенения в плейстоцене. Элювиально-делювиальные отложения не являются аварийно опасными (в изучаемых северных штатах США на элювии не произошло ни одной аварии).

Таблица 1

**Распределение аварий по генетическим типам четвертичных отложений в штатах Аляска, Монтана и Северная Дакота**

Генетический тип	Количество аварий
Аллювиальный	10
Ледниковый	13
Озёрный и озёрно-ледниковый	3
Гляциофлювиальный	1
Морской	1
Проллювиальный и проллювиально-коллювиальный	2
Болотный	1
Смешанный (ледниковый и аллювиальный; ледниковый и морской)	2

Таблица 2

**Распределение удельной аварийности (прорывов/км × г) по стратиграфо-генетическим и геоморфологическим комплексам**

Стратиграфогенетич. и геоморфологич. комплексы	edQII-IV			dsQII -III	dQIII -IV	aQII I	paQI V	aQI V
	поверхн. выравнивания	останцовые холмы	эроз.-денуд. склоны					
Количество прорывов на месторождениях								
на Чутырском и Сундоруско-Нязинском	0,11	0	0,11	0,19	0,17	0,45	0,2	0,21
на Чутырско-Киенгопском	0,52	0,66	0,51	0,84	2,1	1,63	1,03	1,64
на Киенгопском	2,92	0	0	3,23	6,17	0	6,35	0

Повышенная аварийность на аллювиальных отложениях связана с высокой влажностью современного пойменного аллювия и лёссовидного облика древнего пойменного аллювия. Также для аллювиальных отложений характерна многослойность: разные слои могут обладать различной сжимаемостью.

Болотные отложения крайне нежелательны для инженерных целей, так как все виды болотных отложений являются сильносжимаемыми основаниями. Помимо торфа в болотных отложениях образуются пылеватые пески-пльвуны и илы, прослойки и линзы различных руд (фосфатных, марганцевых и др.), зеленая глина, озерный мергель, сапропели и другие сложные органоминераль-

ные агрегаты и соединения. Эти осадки неустойчивы, их физико-механические свойства зависят от их влажности и ухудшаются с её повышением.

Выявленные закономерности можно применять при инженерно-геологических изысканиях при выборе наименее аварийно опасного маршрута трубопровода, а также для мониторинга потенциально аварийных участков существующих трубопроводов.

1. Машков, К. А. Геоморфологические условия как фактор сохранности промысловых трубопроводов (на примере месторождений Удмуртии) // Нефтегазовое дело. – № 1. – 2006. – С. 37–42.

2. Официальный сайт Национальной системы картографирования трубопроводов США (The National Pipeline Mapping System – NPMS). URL: [pvnnpms.phmsa.dot.gov/PublicViewer/](http://pvnnpms.phmsa.dot.gov/PublicViewer/) (дата обращения: 09.09.2018)

## ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ АРЕНДАТОРОВ ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ ТАРНОГСКОГО РАЙОНА ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

*А.А. Одинцов*

*А.С. Новосёлов, научный руководитель, канд. с.-х. наук, доцент*

*Вологодский государственный университет*

*г. Вологда*

Анализ деятельности арендаторов лесных земель позволяет дать качественную оценку воздействия на окружающую среду мероприятий, проводимых арендаторами, и позволяет оценить рациональность проведения лесоводственных мероприятий (при планировании деятельности) [1].

*Цель исследования* – проанализировать лесоводственную деятельность арендаторов лесных земель в Тарногском районе Вологодской области и дать оценку объемам проведённой работы за трехлетний период.

*Задачи исследования:* 1) составить базу данных по десяти лидирующим арендаторам по объемам проводимой деятельности; 2) определить интенсивность проведенных арендаторами основных лесоводственных уходов.

В Тарногском районе существует 20 арендаторов лесных земель, но часть из них не ведет какую-либо деятельность на арендованных участках, а другие имеют в аренде участки небольшой площадью [2].

На основании этого анализ деятельности арендаторов лесных земель будет проводиться по деятельности десяти лидеров, занимающих наибольшую площадь арендованных земель (89,4 %).

Арендаторы лесных земель осуществляют следующую деятельность на арендованных участках: сплошные лесозаготовки и различные виды лесохозяйственных уходов (прореживание, осветление, прочистки и проходные рубки ухода, содействие естественному возобновлению (СЕВ), прочистки квартальных просек).

Анализ деятельности проводился за три года (2016–2018). Рассматривались данные, полученные в районном лесничестве. Оценка осуществлялась и по проводимым лесохозяйственным уходам, а именно: по содействию естественному возобновлению, осветлению, прочисткам и прочисткам квартальных просек.

Оценка объемов проделанной арендатором работы проводилась с помощью специально рассчитанных коэффициентов, с целью максимально удобного рассмотрения данных. Значения коэффициентов располагаются в шкале от 0 до 30 и разбиты на три интервала, характеризующие значение коэффициента интенсивности деятельности относительно других: от 0,0 до 9,9 – слабая, от 10,0 до 19,9 – средняя и от 20,0 до 30,0 – сильная интенсивность.

Самая высокая активность по лесоводственным уходам среди арендаторов лесных земель отмечается по *содействию естественному возобновлению*. Сильная интенсивность деятельности по содействию естественному возобновлению имеется в пяти случаях, два из которых были проведены СПК «Кокшеньга» (в 2017 и 2018 годах на площадях 34,1 и 37,1 га соответственно). Максимальное значение коэффициента интенсивности деятельности по СЕВ имеет СПК «Верховский» в 2018 году. Из лидеров по площади арендуемых лесных участков, высокая интенсивность деятельности была у таких арендаторов, как «Ломоватка – Лес» в 2017 году и «Тарнога – Лес» в 2018 году.

*Работы по осветлению* проводились в 18 случаях из 30. В среднем они имеют слабую интенсивность деятельности. Самый большой коэффициент имеет «Верховажьелес» в 2016 году (работы проводились на площади равной 80 га), который соответствует сильной интенсивности деятельности. Но в 2017 и 2018 годах этот арендатор осветления не проводил. Больше ни один арендатор не имеет коэффициент, соответствующий сильной интенсивности деятельности. Два арендатора имеют коэффициент средней интенсивности – это «Лесхоз» в 2016 году и СПК «Кокшеньга». Во всех остальных случаях интенсивность деятельности слабая.

*Лесоводственный уход «прочистки»* проводились в 21 случае из 30. В среднем они имеют также слабую интенсивность деятельности, что и осветления. Наибольший коэффициент имеет «Ломоватка – Лес» в 2016 году (объем проделанной работы составил 457 га), тем не менее, как и «Верховажьелес» при осветлении, не проводил работ по прочисткам в 2017 и 2018 годах. Больше ни один арендатор не имеет коэффициент, характеризующий сильную интенсивность. Среднюю интенсивность работ по прочисткам имеют «УЛК» за 2016, 2017, 2018 года и «Лесхоз» за 2018 год. Во всех остальных случаях она слабая.

Работы по *прочистке квартальных просек* проводились всеми арендаторами по каждому исследуемому году. В среднем они имеют средний уровень интенсивности деятельности. Наибольшую интенсивность имеет «СПК

«Кокшеньга» в 2016 году (6 км). Во всех остальных случаях интенсивность работ или средняя, или слабая.

Лидером по лесохозяйственным уходам выступает СПК «Кокшеньга»: для содействия естественному возобновлению в 2017 и 2018 годах интенсивность проведения работ установлена как сильная, для осветления в 2017 году интенсивность средняя, для прочисток квартальных просек в 2016 году интенсивность проведения работ сильная. Лидер по прочисткам – арендатор «УЛК», что имеет среднюю интенсивность проведения работ за три анализируемых года. По лесоводственным уходам, в среднем, наблюдалась средняя и слабая уровни интенсивности работ.

1. Петров, Н. В. Организация, планирование и управление в лесном хозяйстве: Учебное пособие / Н. В. Петров. – Санкт-Петербург : Наука, 2010. – 416 с.

2. Лесохозяйственный регламент Тарногского лесничества на территории Вологодской области Департамента лесного комплекса Вологодской области. – Вологда, 2018 г. – 140 с.

## **КОЛИЧЕСТВЕННАЯ И КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ДРЕВЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ГОРОДСКИХ ПАРКОВ**

*М.О. Павлов*

*М.А. Иванова, научный руководитель*

Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Зеленые насаждения являются важной составляющей в создании благоприятной экологической обстановки в городах. Они выполняют различные функции, которые улучшают состояние окружающей среды и создают оптимальные условия для жизни населения. Насаждения выполняют защитную и санитарно-гигиеническую функции, рекреационную и эстетическую, также формируют облик города.

Важной составляющей системы зеленых насаждений в населенных пунктах являются парковые территории. Они представляют собой места, которые часто посещает городское население для проведения досуга и отдыха.

Цель работы – количественная и качественная оценка состояния древесных насаждений.

Объектами исследования настоящей работы являются парк Победы, парк Ветеранов труда, Ковыринский сад в Вологде. Исследования проводились в 2019 г. Оценка пороков древесных пород проводилась согласно ГОСТ 2140-81 «Видимые пороки древесины. Классификация, термины и определения, способы измерения» [1].

Парк Победы находится в Вологде на улице Сергея Преминина в районе Бывалово, представляет собой озелененную территорию общего пользования. Площадь парка составляет 5,78 га. В парке произрастает шесть разных пород деревьев, общее число которых составляет 244 экземпляра. Наиболее распространенными породами являются липа (39,3 % от общего числа), вяз (29,9 %) и береза (17,6 %), а наименее распространенной – ель (2,9 %).

Самыми распространенными видами пороков у пород в парке Победы являются многоствольность, нарост и искривленный ствол.

Парк Ветеранов труда находится между улицами Карла Маркса, Добролюбова, Некрасова и Саммера. Площадь парка составляет 9,6 га. Зеленые насаждения представлены деревьями, кустарниками и травянистой растительностью. Древесная растительность состоит из 18 видов: вяз, береза, клен, тополь серебристый, липа, ясень, осина, дуб, ива и другие. Наиболее распространены вяз гладкий и береза повислая, которые составляют 31 и 25 % соответственно.

Самыми часто встречающимися повреждениями в парке Ветеранов являются повреждения ствола и ветвей. У тополя бальзамического замечено наибольшее число сухостоя. Наиболее распространенной болезнью деревьев является стволовая гниль.

Ковыринский сад находится в границах улиц Щетинина, Лечебной, Гагарина и Стадиона «Витязь». Общая площадь составляет 4,6 га. Количество деревьев составляет 506 экземпляров. Древостой представлен 15 древесными породами, среди которых преобладающей является липа европейская, составляющая 48,4 % от общего числа древесных насаждений. Также распространены яблоня лесная, тополь бальзамический и береза повислая.

Наиболее распространенным пороком древесины в Ковыринском саду является сучковатость. Данный вид порока встречается на 39 % насаждений (193 экземпляра).

По результатам исследования данных парковых территорий можно сделать вывод, что древесные насаждения находятся в довольно хорошем состоянии. Также можно отметить их большое видовое разнообразие.

Для поддержания устойчивости и сохранения благоприятного состояния насаждений необходимо регулярно выполнять экологический мониторинг за их состоянием и проводить меры по уходу, своевременно выявлять и устранять патологии.

1. ГОСТ 2140-81 (СТ СЭВ 2017-79, СТ СЭВ 2018-79, СТ СЭВ 2019-79, СТ СЭВ 320-76, СТ СЭВ 321-76, СТ СЭВ 391-76, СТ СЭВ 3286-81, СТ СЭВ 3287-81) Видимые пороки древесины. Классификация, термины и определения, способы измерения (с Изменениями N 1, 2, с Поправкой) – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200004894>

## НАПРАВЛЕНИЯ ОХРАНЫ ЛЕСОВ В ВЕРХНЕТОЕМСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

*С.Н. Падерина*

*В.П. Уханов, научный руководитель, канд. геогр. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Лес служит основой промышленности и экономики Верхнетоемского лесничества и Верхнетоемского района в целом. Охрана лесов в лесничестве осуществляется не в полной мере в виду отсутствия на его территории сети особо охраняемых природных территорий (ООПТ).

Цель – анализ направлений охраны лесов Верхнетоемского лесничества и разработка рекомендаций по их усилению.

Для достижения поставленной цели был решен ряд задач:

- дана краткая характеристика Верхнетоемского лесничества;
- перечислены основные направления охраны лесов в лесничестве и объемы их выполнения;
- разработаны рекомендации по усилению охраны лесов в лесничестве.

Объект исследования – основные мероприятия по охране и защите лесов, осуществляющиеся в Верхнетоемском лесничестве.

В ходе проведения исследования использовались такие методы, как сравнительно-аналитический, метод ретроспективного анализа, картографический, описательный, статистический.

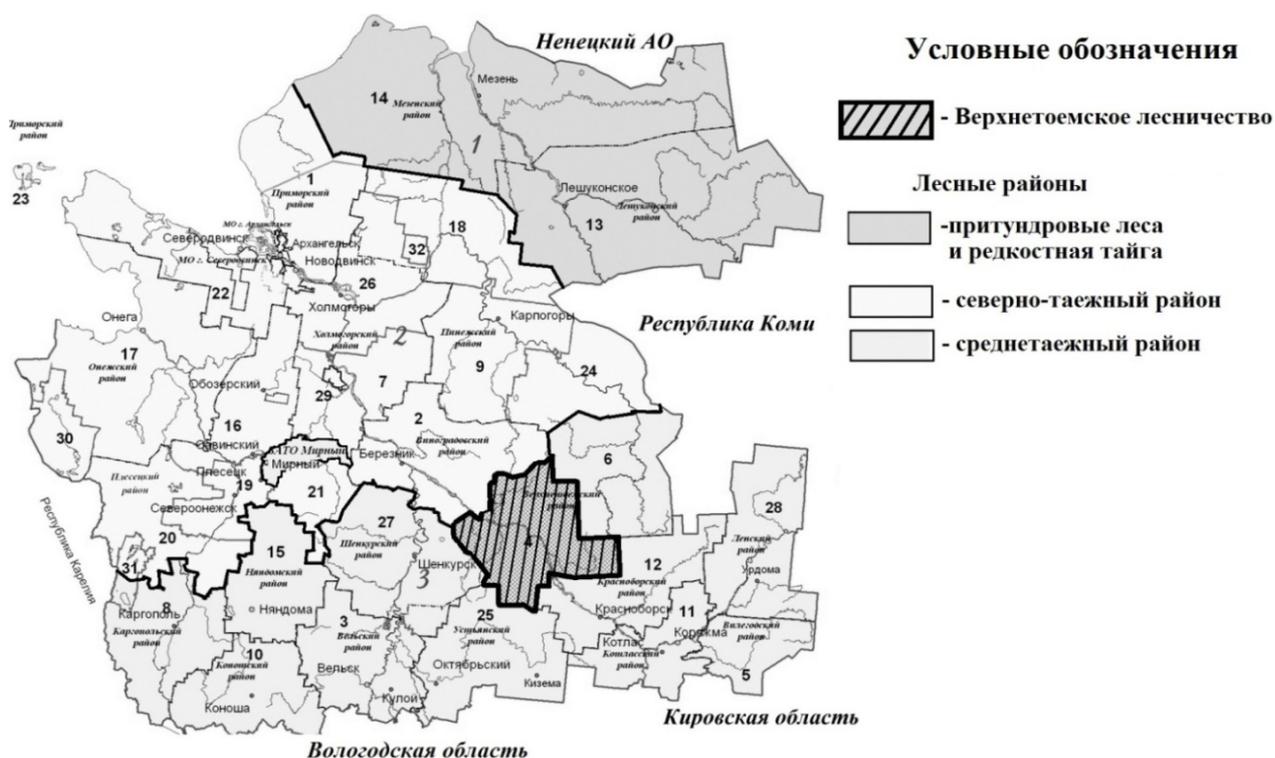


Рис. Лесничества Архангельской области

Верхнетоемское лесничество расположено в юго-восточной части Архангельской области на территории Верхнетоемского района и занимает площадь в 9,9 тыс. км<sup>2</sup> (48,5 % от площади района) (рис.).

Покрытые лесом земли лесничества составляют 80,6 % от его площади, в том числе лесные культуры – 6 %. Эти показатели положительно характеризуют лесной фонд и его производственную деятельность. Нелесные земли занимают всего 16,9 % общей площади лесничества и представлены в основном верховыми болотами русского типа.

В охрану лесов Верхнетоемского лесничества входят следующие виды мероприятий: лесовосстановление, охрана лесов от пожаров, санитарно-оздоровительные мероприятия в лесу, создание сети особо охраняемых природных территорий [1].

Целью лесовосстановления в лесничестве служат высокопродуктивные еловые и сосновые насаждения. Оно осуществляется естественным, искусственным и комбинированным способами. За межучетный период 2013–2018 гг. работы по восстановлению лесных насаждений проведены на площади 15 872 га (1,6 % от площади лесничества). Из общего объема лесовосстановления 77,7 % приходится на содействие естественному возобновлению, 8,2 % – на лесные культуры и 14,1 % – на комбинированное восстановление леса. Общее санитарное состояние лесов лесничества – удовлетворительное.

В 2018 году на территории Верхнетоемского лесничества возникло 13 пожаров. Фактическая площадь пожаров – 68,62 га (0,01 %). Потеря леса составила 226,5 на корню, из них погибло молодняка на площади 3,8 га. Общий материальный ущерб составил 62 000 рублей, в том числе 26 256 – потеря на корню, потеря молодняка – 35 711 рублей.

Верхнетоемское лесничество не имеет учрежденных ООПТ. На его территории имеется лишь проектируемый к созданию ландшафтный заказник «Сойгинский» (сохранение больших площадей водно-болотных угодий (61,6 % от общей площади заказника), островных участков леса среди болот, мест гнездования редких крупных видов птиц). В качестве рекомендации по развитию сети ООПТ лесничества по лесотаксационным и картографическим материалам был выделен и изучен участок (6 лесных кварталов) на предмет организации регионального заказника, описанный более подробно в предыдущих работах. Данный участок расположен в центре лесничества. Площадь исследуемой территории – 3028 га (0,3 %).

Для поддержания оптимального охранного режима лесов в Верхнетоемском лесничестве необходимо учреждение ландшафтного заказника «Сойгинский», а также продвижение рекомендации по расширению будущей сети заказников в лесничестве.

1. Лесохозяйственный регламент территориального департамента лесного комплекса Архангельской области Верхнетоемского лесничества: утв. Распоряжением администрации Архангельской области от 09.12.2010 № 265-ра 146. – Архангельск: 2010. – 281 с.

## ОЦЕНКА ЛЕСОВОЗОБНОВЛЕНИЯ В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «РУССКИЙ СЕВЕР»

*Ю.А. Платонова, В.А. Зайцева*

*Л.В. Зарубина, научный руководитель, д-р с.-х. наук, доцент*  
Вологодская государственная молочнохозяйственная академия  
им. Н.В. Верещагина  
г. Вологда

Национальный парк «Русский Север» создан на территории Кирилловского района 20 марта 1992 года в целях сохранения уникальных природно-культурных комплексов Вологодского Поозерья, использования их в рекреационных, эколого-просветительских и научных целях. На территории парка преобладают лесные земли. Наше исследование проведено в Сокольском бору на территории национального парка в летний период 2019 года.

*Актуальность исследования* обусловлена тем, что на территории Сокольского бора преимущественно произрастает сосновый древостой, который известен своими эстетическими показателями и чистотой воздуха. В настоящее время «чистые», то есть однородные сосняки встречаются редко, так как происходит процесс смены сосняков ельниками. Взаимоотношения пород определяются их световой экологией: сосна светолюбива, ель теневынослива. Поэтому подрост ели нередко можно встретить под пологом соснового насаждения [1]. Поэтому важно изучить лесовозобновительные процессы под пологом насаждений в Сокольском бору, чтобы оценить перспективу смены пород на территории уникального природного объекта.

*Научная новизна* заключается в том, что более ранние исследования лесовозобновительных процессов в Сокольском бору были фрагментарны. Мы провели изыскания в разных типах насаждений.

*Целью исследования* является изучение роста и жизненного состояния естественного возобновления под пологом хвойных насаждений. Для достижения поставленной цели разработан *комплекс задач* по выполнению научных изысканий, в который вошла программа полевых и камеральных работ.

Объекты исследования расположены в насаждениях трех типов условий произрастания (табл. 1). Закладка пробных площадей велась с учётом требований ОСТ 56-69-83 [2], обработка полевых материалов осуществлялась общепринятыми в лесоводстве и таксации методами.

По данным таблицы видно, что два опытных участка располагаются в сосновых насаждениях, а третий – в еловом. Насаждения характеризуются как высокополнотные, высокобонитетные, приспевающие.

Таблица 1

**Характеристика объектов исследования**

№ пп	Состав древостоя	Тип леса	Средние		Бонитет	G <sub>ф</sub> м <sup>2</sup> /га	P <sub>отн.</sub>	А, лет	Кол-во экз./га	М, м <sup>3</sup> /га
			Д <sub>ср.</sub> , см	Н <sub>ср.</sub> , м						
1	10СедЕедБ	С-бр.	26,7	22,7	II	35,46	0,90	74	642	382
2	9С1ЕедБ	С-чер.	32,3	24,2	I	29,25	0,81	73	659	308
3	8Е2С	Е-чер	29,5	22,0	II	30,67	0,70	83	446	286

Общая характеристика возобновления хвойных пород под пологом изучаемых древостоев представлена в таблице 2.

Таблица 2

**Характеристика естественного возобновления на опытных участках**

№ пп	Объекты исследования	Состав	Густота, экз/га	Средняя высота елового подроста, м
1	С-брусничный	10ЕедС	402	0,96±0,08
2	С- черничный	10ЕедС	4349	1,48±0,16
3	Е-черничный	10Е	1032	0,64±0,06

Анализируя данные таблицы, можно отметить, что на всех участках естественное возобновление представлено еловым подростом, сосновый подрост представлен в незначительном количестве под материнским пологом. Учет естественного возобновления производился с оценкой жизненного состояния: согласно его данным у елового подроста под пологом хвойных древостоев наиболее представительная категория по жизненному состоянию является сомнительной.

Для характеристики роста и развития естественного возобновления нами изучен прирост подроста в высоту (рис.).

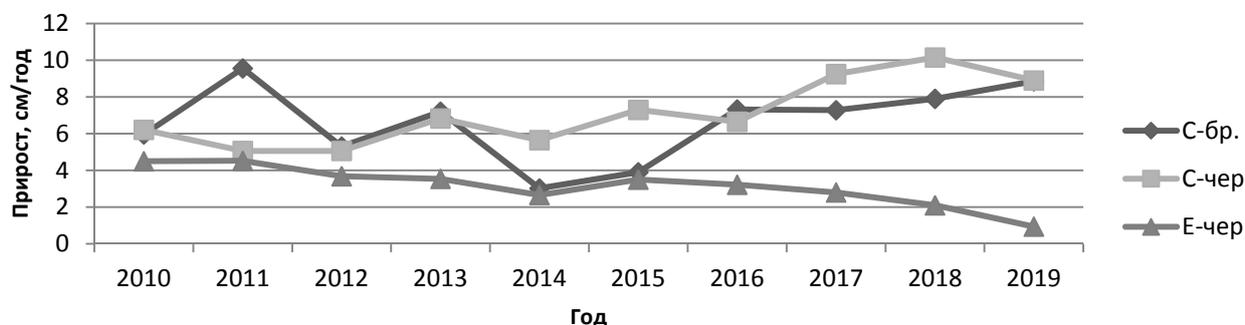


Рис. Текущий годичный прирост главного побега ели средней категории крупности на объектах исследования

По данным графика видно, что наиболее благоприятные условия для развития елового подроста складываются под пологом сосняка черничного.

Таким образом, по результатам проведенного исследования можно отметить, что в изученных нами насаждениях возобновление ели характеризуется как удовлетворительное. Это позволяет предположить, что без проведения мероприятий по содействию естественному возобновлению сосны постепенно на территории Сокольского бора площадь сосновых насаждений будет сокращаться.

1. Луганский, Н. А. Лесоведение [Текст]: учебное пособие / Н. А. Луганский, С. В. Залесов. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. академия, 1996. – 373 с.

2. ОСТ 56 69-83 «Площади пробные лесоустroительные. Методы закладки».

## ОСОБЕННОСТИ РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА И ВЫДЕЛЕНИЯ ТЕРПЕНТИНА ОСУШАЕМЫХ СОСНЯКОВ

**О.С. Попов**

*А.С. Новосёлов, научный руководитель, канд. с.-х. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Возможность прогнозирования выделения соснового терпентина по тенденциям радиального прироста древесины – это малоизученный аспект в лесной науке, особенно в антропогенно-изменённых условиях на торфяных почвах. Добыча соснового терпентина (живицы) на территории Европейского севера России практически полностью прекращена, но спрос на сырьё в различных промышленности остаётся.

*Цель исследования* – проанализировать связи количества выделяемого соснового терпентина при подсочке экспресс-методом с показателями макроструктуры в радиальном сечении древесных стволов сосны после несплошной заготовки древесины в Сокольском районе Вологодской области. Для достижения цели были решены следующие задачи: 1) в лесных массивах заложены пробные площади (ПП), проведены измерительные работы и рассчитана таксационная характеристика древостоев, произрастающих на осушенных и пройденных несплошной заготовкой древесины территориях; 2) выполнены корреляционный и регрессионный анализы рассматриваемых зависимостей в частных случаях; 3) опытно подтверждена невозможность прогнозирования выделения соснового терпентина по параметрам радиального прироста деревьев.

Подсочные работы проведены с 2013 по 2015 гг., а отбор кернов древесины – в 2019 г. в осушаемых древостоях после несплошной заготовки древесины с мезотрофным типом торфяной залежи на территории Сокольского государственного лесничества в 123 квартале. Исследованы две пасеки сосновых древостоев, в которых в 2005 г. комплексным способом проводилась заготовка древесины. Лесоводственно-таксационные работы выполнены по общепринятой методике с использованием регионального справочника [1].

Средний сыро-растущий запас сосны на объектах исследования – 225 м<sup>3</sup>/га. Средняя высота и густота основной породы больше на 4 и 45 % на второй пасеке сосняков относительно первой. Абсолютная полнота опытных древостоев – 21,1 м<sup>2</sup>/га. Формула состава сосняков – 4С4Е2Б на первой пасеке, 6С2Е2Б, ед. Ос. – на второй.

В древостоях на краю пасеки и в межканальном положении наибольшие потёки сосновой живицы за летний период – на 11 % больше относительно древостоев с другим расположением в мелиоративной полосе. Различие средних значений статистически не удалось доказать даже на минимальном уровне значимости с использованием критерия Стьюдента ( $t_{\text{факт}} \leq t_{\text{ст}}; 0,62 \leq 0,69$ ). Сравнения параметры макроструктуры сосновых древостоев, необходимо отметить, что радиальный прирост древесины на 15 % выше на краю пасеки относительно древостоев в центре пасеки – доказано на 50 % уровне значимости ( $t_{\text{факт}} \geq t_{\text{ст}}; 1,59 \geq 0,69$ ).

Исследуя радиальные приросты стволов сосновых деревьев в центре пасеки, в приканальном положении поздней древесины на 2 % больше, ранняя – на 1 % превалирует в кольцах в центре осушаемой полосы. Ширина годичного кольца одинаковая на обоих объектах исследования в центре полос древостоев. Процент содержания поздней древесины выше в межканальном положении на 2 % относительно древостоев, расположенных вблизи канала.

При установлении тесноты связи смоловыделения с поздней древесиной в июне на краю пасеки в межканальном положении выявлена значительная связь, при этом её достоверность минимальна. В июле высокая теснота связи с ранней древесиной в приканальном положении на краю пасеки, а в августе высокий коэффициент корреляции установлен с поздней древесиной в таких же условиях при высокой достоверности. В среднем за летний период высокая теснота связи отмечается вблизи мелиоративного канала с края пасеки (достоверность более 15).

Анализируя полученные коэффициенты корреляция между выделением соснового терпентина и параметрами макроструктуры в зависимости от положения в осушаемой полосе в среднем за три года, необходимо сказать о том, что значительного уровня связи найти не удалось, лишь в августе на краю пасеки выявлена с поздней и ранней древесиной как «умеренная». Также был найден аналогичный уровень связи с ранней древесиной.

По результатам исследования сделаны следующие *выводы*:

1) Наибольший сыро-растущий запас сосны и густота на второй пасеке больше в 2 и 1,8 раза соответственно относительно первой. На соседних опытных пасеках выявлена двукратная разница по запасам. 2) У деревьев на краю пасеки в межканальном пространстве потёки живицы в среднем на 11 % больше относительно деревьев с другим расположением по причине комплексного влияния осушительных работ и несплошной заготовки древесины (что статистически не доказано). 3) Наибольшие процентное содержание поздней древесины (46,22 %) и средняя ширина годичного кольца отмечены в межканальном положении. 4) В среднем на двух исследуемых пасеках связь смоловыделения и параметров макроструктуры древостоев за летний период равна 0,04, что доказывает невозможность прогнозирования выделения соснового терпентина по радиальным приростам сосны (экстраполяции).

1. Третьяков, С. В., Полевой лесотаксационный справочник. (научное издание). Под общей редакцией С. В. Третьякова, С. В. Ярославцева, С. В. Коптева – Архангельск : САФУ, 2016. – 245 с.

## РАСЧЕТ ЗОН ВРЕДНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ РАБОТЕ ЗЕМЛЕСОСНОГО СНАРЯДА

*В.С. Рабченя, В.В. Ковалевич, О.А. Пастушек*

*И.В. Качанов, научный руководитель, д-р техн. наук, профессор,*

*И.М. Шаталов, научный руководитель*

Белорусский национальный технический университет

г. Минск

В Республике Беларусь на больших и средних водотоках (реках и каналах) постоянно проводятся дноуглубительные работы с целью организации бесперебойного движения водного транспорта и работы по добыче сыпучих строительных материалов (песка, гравия и т.д.). Вышеуказанные работы связаны с постоянной эксплуатацией землесосных снарядов (земснарядов). При их работе происходит интенсивное взвешивание частиц грунта, слагающих русло водотока, которые переносятся потоком воды и оказывают вредное воздействие на объекты животного мира и (или) среду их обитания.

Размер компенсационных выплат зависит (в том числе) от размеров зон вредного воздействия землесосного снаряда, для определения которых необходимо в первую очередь рассчитать расстояния, на которых будут выпадать на дно взвешенные частицы от места расположения земснаряда.

С этой целью на кафедре ГЭСВТГ БНТУ была разработана методика расчета расстояний выпадения на дно взвешенных частиц на основании графоаналитического решения уравнений турбулентного массопереноса и диффузии

[1] при работе землесосного снаряда на реке Сож в районе г. Славгорода Республики Беларусь. Результаты расчетов приведены на рисунке 1.

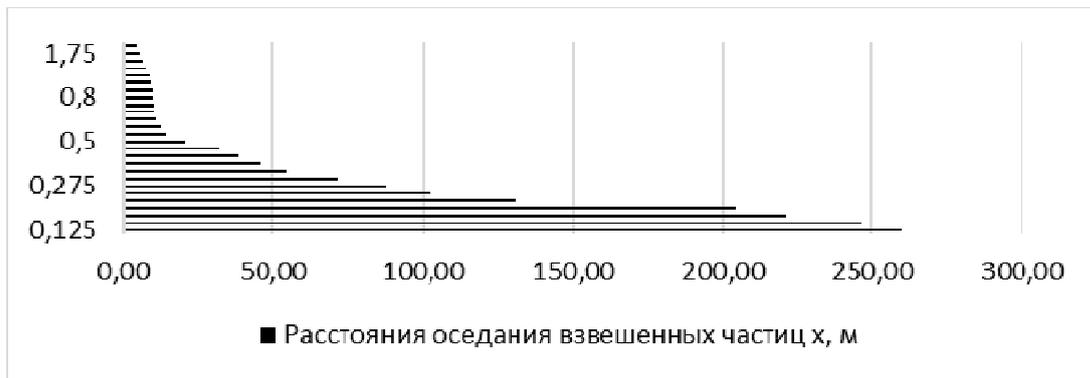


Рис. 1. Расстояния оседания взвешенных частиц при  $h=1,5$  м,  $n=0,05$  и  $v=0,3$  м/с на р. Сож в районе г. Славгорода

Размеры зон вредного воздействия при работе землесосного снаряда были рассчитаны и построены в ОАО «Белсудопроект» в соответствии с методикой определения зон вредного воздействия, представленной в «Положении о порядке определения размеров компенсационных выплат и их осуществлении» (постановление Совета Министров Республики Беларусь от 7.02.2008 г. № 168).

На рисунках 2–3 приведены схемы зон вредного воздействия на р. Сож в районе г. Славгорода (перекаты Никольский и Скиток).

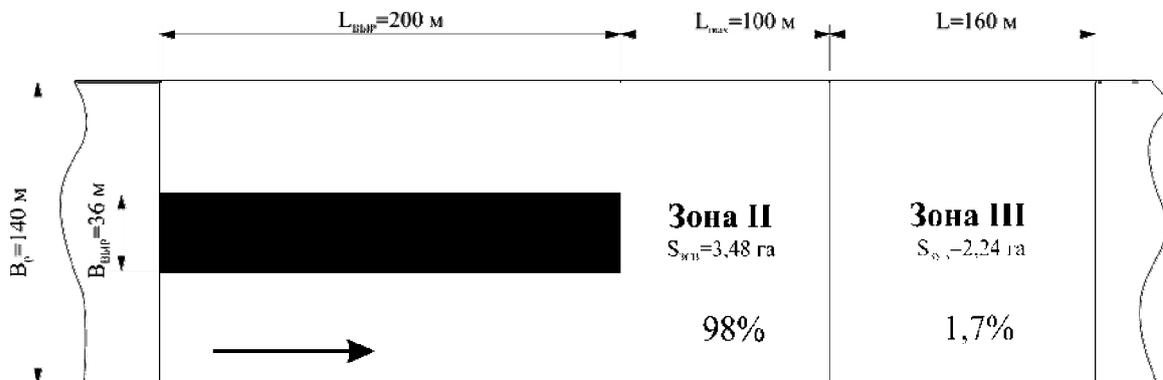


Рис. 2. Зоны вредного воздействия на перекате «Никольский – 3» прорезь № 1

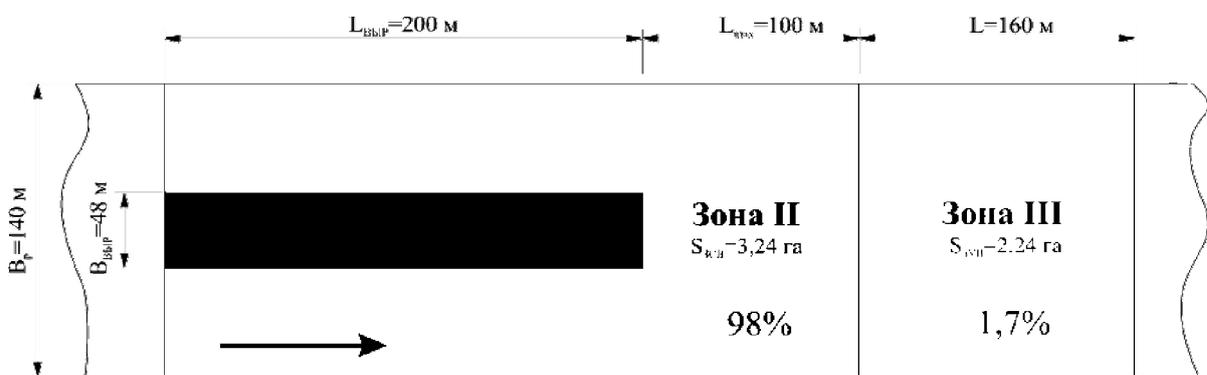


Рис. 3. Зоны вредного воздействия на перекате «Скиток – 1» прорезь № 1

Сравнительный анализ полученных данных, проведенный в процессе создания методики расчета и определения зон вредного воздействия при работе земснаряда, показал, что

– расстояние выпадения частиц на дно водотока и размеры зон вредного воздействия в первую очередь зависят от размеров частиц (их гидравлической крупности) и гидродинамических параметров водотока;

– основная масса частиц взвешенного потока, оказывающая вредное воздействие на объекты животного мира и среду их обитания, выпадает на дно водотока в непосредственной близости от земснаряда (не далее 500 м).

Результаты выполненных расчетов были внедрены в учебном процессе БНТУ, а также на предприятиях водного транспорта Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь: ОАО «Белсудопроект» и ПО «Белводпуть», а также на участках рек Березина, Сож, Днепр и Неман.

1. Гиргидов, А. Д. Механика жидкости и газа (гидравлика): учеб. пособие / А. Д. Гиргидов. – Санкт-Петербург : Издательство Политехнического университета, 2007. – 545 с.

## СОХРАНЕНИЕ МАЛЫХ ЗАРАСТАЮЩИХ ОЗЕР ПУТЕМ ВСЕЛЕНИЯ БЕЛОГО АМУРА

*Д.П. Ренов*

*Н.Ю. Тропин, научный руководитель  
Тверской государственной университет  
г. Тверь*

Повсеместное зарастание водоемов, связанное с интенсивным развитием высшей водной растительности, стало глобальным явлением, которое не обошло стороной и водные объекты Вологодской области. К числу таковых относится и оз. Озерко, которое расположено в южной части Сокольского района. Для борьбы с зарастанием водных объектов используются различные методы. Механические методы с применением специальных технических средств являются трудоемкими и дорогостоящими. Химические методы связаны с внесением различных пестицидов, которые токсичны по своей природе и оказывают отрицательное влияние на экосистему водоема. Снижение процесса зарастания озер высшей водной растительностью может быть достигнуто путем реконструкции ихтиофауны за счет вселения типичного фитофага – белого амура, поэтому целью данного проекта является сохранение озера Озерко в условиях зарастания путем вселения белого амура.

В связи с этим были поставлены следующие задачи: изучить биологические особенности белого амура; дать биологическое обоснование вселения белого амура в водоем; составить смету проекта и наметить этапы его реализации. Объектом исследования стало оз. Озерко. Научная новизна исследования

заключается в том, что впервые для естественных малых водоемов Вологодской области показана возможность уменьшения зарастания озер высшей водной растительностью путем вселения белого амура.

В основу проекта положены данные авторских комплексных исследований 2013–2019 гг. Проведено измерение основных морфометрических характеристик водоема. В качестве географических координат, характеризующих местоположение озера, приведены координаты его центроида. Оценка качества воды проводилась по 11 гидрохимическим показателям [1]. Поясное зарастание озера высшей водной растительностью исследовали с помощью навигатора Garmin eTrex 10, квадрокоптера Parrot AR Drone 2.0, мерной ленты и снимков озера со спутника, сделанных с помощью программы Google Earth. Выполнены промеры поясного зарастания озера высшей водной растительностью на 13 контрольных точках [4]. Площадь поясов зарастания вычисляли методом палетки. Определён видовой состав прибрежно-водной и водной растительности [3]. Выделение ассоциаций растений проводилось на доминантной основе. Поперечный профиль зарастания озера высшей водной растительностью выполнен с помощью программы Inkscape. Отбор проб биомассы растительности был проведен в 3-х контрольных точках методом квадратов. Отлов рыбы в озере осуществлялся с использованием ставных сетей ячеей 20–30 мм, ихтиологической ловушки и спиннинга. Выловленная рыба была подвергнута полному биологическому анализу согласно стандартным методикам [2]. Для расчёта плотности посадки годовиков растительноядных рыб с целью биомелиорации использовали формулу, рекомендованную Е.А. Мельченковым – доктором биологических наук, заведующим лабораторией осетроводства и акклиматизации ФГБНУ «ВНИИПРХ».

По своей видовой специфике белый амур соответствует всем требованиям, предъявляемым к рыбам-мелиораторам: широкий спектр питания, избыточное потребление растений, устойчивость к дефициту кислорода, зимостойкость и быстрый рост. Наличие данного вида в частных прудах и в Рыбинском водохранилище подтверждает возможность его обитания на территории Вологодской области. Кроме того, анализ гидролого-гидрохимических и гидробиологических характеристик водоема показал, что оз. Озерко подходит для вселения белого амура, а качество воды водоема на протяжении календарного года отвечает рыбохозяйственным нормативам. Стоит также отметить, что в озере имеется большое количество растений, которые входят в группу хорошо поедаемых видов, следовательно, кормовая база благоприятна для вселения в водоем белого амура. Так как ихтиофауна озера насчитывает два вида хищных рыб, для зарыбления водоёма необходимо использовать годовиков белого амура, которые хорошо растут и быстро выходят из-под пресса хищников.

В результате проведенных расчетов плотность посадки годовиков белого амура составляет 330 экз/га. В связи с тем, что данный проект связан с вселением в естественный водоем нового для ихтиофауны региона вида рыб, необ-

ходимо было пройти ряд юридических процедур для получения разрешения на вселение белого амура. В результате озеро Озерко было включено в «План искусственного воспроизводства водных биологических ресурсов в 2019 году» (приказ № 182 от 10.04.2019 СЗТУ ФАР). Затем был заключен договор с ООО «НЦ Селекцентр» на поставку рыбопосадочного материала и 29 апреля 2019 года состоялся выпуск молоди белого амура в количестве 2000 штук в водоем. За летний период 2019 года не было обнаружено погибших экземпляров белого амура. Прозрачность воды увеличилась до 2 м, что связано с уменьшением интенсивности роста водной растительности, которое обусловлено как раз потреблением её белым амуром. Следовательно, можно утверждать, что белый амур успешно прижился в оз. Озерко и активно начал «бороться» с его зарастанием.

По реализации данного проекта получим не только мелиоративный эффект за счет утилизации избыточной растительности, но и сохраним озеро на территории Сокольского района. Подобный опыт поможет в дальнейшем сохранить многие аналогичные малые озера не только Вологодской области, но и всей России.

1. Алекин, О. А. Основы гидрохимии. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1970. – 444 с.
2. Зиновьев, Е. А., Мандрица, С. А. Методы исследования пресноводных рыб : учебное пособие по спецкурсу. – Пермский ун-т, Пермь, 2003. – 113 с.
3. Распопов, И. М. Высшая водная растительность больших озер Северо-Запада СССР. – Ленинград : изд. Наука, 1985. – 198 с.
4. Садчиков, А. П., Кудряшов, М. А. Экология прибрежно-водной растительности (учебное пособие для студентов вузов). – Москва : НИА-Природа, РЭФИА, 2004. – 220 с.

## ПОЛИТИКА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В РАЦИОНАЛЬНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

*Г.Э. Рольянов*

*Г.И. Зайчук, научный руководитель, канд. юрид. наук, доцент  
Брестский государственный университет им. А.С. Пушкина  
г. Брест*

Ежегодно, по оценкам ООН, из недр Земли добывается около 100 млрд тонн полезных ископаемых. Треть земли нашей планеты сильно деградирует, ежегодно в размере 24 млрд тонн утрачивается плодородная почва. Сотни миллиардов тонн промышленных отходов скопились на Земле (ежегодно их объём увеличивается, в США – на 4,5 млрд тонн, в Западной Европе – на 2 млрд тонн, в Японии – на 1,3 млрд тонн). Человечеству к 2030 году потребуется на 30 % больше воды и на 50 % больше продовольствия, чем требуется на

данный момент. Глобальное потребление энергии к 2035 году вырастет примерно на 50 % – это связано с ростом населения и развитием мировой экономики, а также свидетельствует об остроте проблем сбережения и рационального использования природных ресурсов в мире [1].

*Научная новизна.* Проанализированы механизмы правового регулирования экологической политики Республики Беларусь. Определены возможные пути рационального использования природных ресурсов. Произведено исследование альтернативного источника энергии, получаемого из вторичного сырья.

*Целью* исследования являются способы минимизации вредного воздействия твёрдых отходов на здоровье человека и окружающую среду их переработка в альтернативные, высокоэкономичные источники энергии, а также способы рационального использования природных ресурсов.

*Задачи* исследования:

- произвести анализ законодательных актов в механизме правового регулирования экологической политики Республики Беларусь;
- определить пути рационального использования природных ресурсов;
- исследовать альтернативные источники энергии;
- выявить сущность и механизм внедрения «зеленой» экономики.

*Объект* исследования составляют законодательные акты в механизме правового регулирования экологической политики Республики Беларусь как пути решения рационального использования природных ресурсов.

*Методы* исследования: сравнительно-правовой, формально-юридический с использованием системно-структурного анализа.

Правовую основу экологической политики Республики Беларусь составляют следующие акты: Государственная программа «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2016–2020 годы; Национальный план действий по развитию «зеленой» экономики в Республике Беларусь до 2020 года; Стратегия в области охраны окружающей среды на период до 2025 года; Водная стратегия на период до 2025 года [1].

Мировые запасы вторичного сырья по данным зарубежных экспертов сопоставимы с запасами природных ресурсов. Актуальный объём в переработке вторичного сырья составляет более \$500 млрд мирового годового оборота, являясь одним из самых высокодоходных, рентабельных и стабильных видов бизнеса. В связи с чем твёрдые коммунальные отходы перерабатываются и используются в качестве дополнительных источников сырья для производства продукции, а также энергетического использования в виде RDF-топлива, тепловой и электрической энергии.

Получают RDF-топливо из твёрдых отходов (например, мусора и т.п.) путём их переработки. Одна тонна такого топлива заменяет 1 тонну угля и 1 тыс. м<sup>3</sup> природного газа. RDF-топливо является одним из самых высокоэкономичных и устойчивых альтернативных источников энергии.

Республика Беларусь в сентябре 2016 г. стала Стороной Парижского соглашения, принятого в декабре 2015 г. на 21-й сессии Конференции Сторон

Рамочной Конвенции ООН об изменении климата. Соглашение, регулирующее меры по снижению углекислого газа в атмосфере с 2020 года, направлено на реализацию мер по поддержке экологической целостности, развитие возобновляемых источников энергии, «зеленой» экономики, смягчение последствий изменения климата и адаптацию к изменяющемуся климату.

Механизмы «зеленой» экономики внедряются в соответствии с Национальным планом действий по развитию «зеленой» экономики в Республике Беларусь до 2020 года [1]. Беларусь стала второй после Казахстана страной в СНГ, принявшей такой документ на высоком уровне, – в рейтинге по Индексу экологической эффективности, который с 2008 года определяется экспертами каждые два года, Беларусь в 2016 году заняла 35-е место из 180 государств [2].

Рациональным способом использования твёрдых отходов является их переработка в RDF-топливо, которое считается одним из самых экономичных и устойчивых источников энергии. Ратификация Парижского соглашения позволила начать процесс внедрения «зеленой» экономики, целью которой является рациональное использование природных ресурсов и снижение рисков негативного воздействия на окружающую среду.

Рациональное использование природных ресурсов напрямую зависит от грамотно разработанной экологической политики. Согласно рейтингу, проведённому в 2016 г. по Индексу экологической эффективности, Республика Беларусь занимает 35 место, что говорит о целесообразности выбранных направлений в экологической политике.

1. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.minpriroda.gov.by/ru/>. – Дата доступа: 03.03.2020.

2. Рейтинг по Индексу экологической эффективности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Список\\_стран\\_по\\_индексу\\_экологической\\_эффективности](https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_стран_по_индексу_экологической_эффективности). – Дата доступа: 03.03.2020.

## **ДОГОВОР КОНЦЕССИИ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ПО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВУ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

*К.С. Романюк, Е.М. Нестерова*

*Г.И. Зайчук, научный руководитель, канд. юрид. наук, доцент  
Брестский государственный университет им. А.С. Пушкина  
г. Брест*

Актуальность данной статьи определяется необходимостью привлечения инвестиций для решения общих, стратегических и текущих задач социально-экономического развития Республики Беларусь. В том числе использование

законных средств для создания благоприятных условий для экономического развития.

Научная новизна включает в себя изучение теоретических вопросов концессионных договоров, которые недостаточно освещены в современной национальной юридической литературе.

Целью этого исследования является формирование целостного взгляда на договорное регулирование концессии природных ресурсов.

Авторами были поставлены следующие задачи: раскрыть понятие концессионного соглашения на природные ресурсы Республики Беларусь, перечислить объекты концессионного соглашения, определить цель заключения настоящего соглашения.

Объектом работы являются общественные отношения, складывающиеся по поводу гражданско-правовых договоров о концессии природных ресурсов.

При написании научной работы были использованы общенаучные методы исследования: анализ, синтез, индукция, дедукция, системный подход, а также такие частноправовые методы исследования, как формально-юридический и сравнительно-правовой.

В целях создания благоприятных условий для развития экономики и привлечения зарубежных инвестиций в республику инвестиционная деятельность может реализовываться на базе концессии. Концессия (разрешение латинской концессии, концессия) – передача государством своих имущественных прав и прав на конкретные разновидности экономической деятельности государством в течение установленного периода времени зарубежным или национальным негосударственным компаниям при конкретных условиях.

Концессия является новым инвестиционным инструментом для нашего региона, который согласно собственному экономическому значению воссоздаёт отношения страны и частного капитала для управления национальной собственностью в форме деятельности, основанной на временном использовании государственной собственности через негосударственный орган.

В соответствии с Законом Республики Беларусь «О концессиях», концессионный договор – это письменное соглашение между двумя сторонами, по которому первая сторона, а именно – концедент, должен предоставить второй стороне, иначе – концессионеру, как на возмездной, так и на безвозмездной основе право владения и пользования объектом концессии, также это может быть право на осуществление определенного вида деятельности, на некоторый срок. Также концессия определяется как основанное на договоре право владения и пользования объектом данного договора или право на осуществление некоторого вида деятельности [1].

Концессионер определяется посредством проведения конкурса (аукциона), за исключением случаев, указанных в статье 13 закона «О концессиях» [1].

Объекты концессии, как правило, представлены в виде земель, недр, вод, лесов. Использование природных ресурсов на условиях концессии происходит в соответствии с нормами природоресурсного законодательства. Возможность передачи природных ресурсов в концессию предусмотрена законом «О концессиях» [1].

В настоящее время вопрос о правовой природе концессионного соглашения по-прежнему является одним из спорных в юридической науке. Можно выделить три основных подхода к пониманию сущности концессионного соглашения. Сторонники первого и сегодня относят концессию к категории публично-правовых договоров. По их мнению, административно-правовая природа концессионного договора предопределена его субъектным составом. Согласно второму подходу концессионное соглашение рассматривается исключительно как гражданско-правовой договор. Третий подход – сущность концессионного соглашения как договора, имеющего как частноправовые, так и публично-правовые признаки.

На основании вышеизложенного был получен результат – данный вид договора можно отнести к гражданско-правовым, так как договор базируется на гражданско-правовых принципах, которые предопределяют характер отношений государства (Республика Беларусь или ее АТЕ как субъекты гражданского оборота), с частным инвестором. Кроме того, закон Республики Беларусь «О концессиях» перечисляет существенные условия концессионного договора (ст. 28), права и обязанности сторон (ст. 29–30), порядок изменения, прекращения и расторжения концессионного договора (ст. 34), что характерно именно для гражданско-правовых договоров [1].

Вывод: в данной работе было раскрыто понятие договора концессии природных ресурсов Республики Беларусь, кроме того перечислены объекты концессионного договора и определена цель заключения данного договора. Однако в связи с полученными знаниями становится очевидна необходимость дальнейшего расширения научных представлений о сущности концессионных договоров, совершенствования законодательства о природных ресурсах, регулирующих отношения в сфере концессионных соглашений для привлечения инвестиций.

1 О концессиях : Закон Респ. Беларусь, 12 июля 2013 г. № 63-3 // Консультант Плюс – Беларусь [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр». – Дата доступа : 24.03.2020.

## ПРАВОВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОНЯТИЯ «ОХОТА» В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ И РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

*Ю.П. Сандригайло, Е.С. Конопацкая, М.А. Гальмуков  
Г.И. Зайчук, научный руководитель, канд. юрид. наук, доцент  
Брестский государственный университет им. А.С. Пушкина  
г. Брест*

Охота является древнейшим занятием славян. В настоящее время она традиционно является одним из основных видов использования объектов животного мира в Республике Беларусь и Российской Федерации.

*Цель данной статьи* заключается в определении места охоты в системе права Республики Беларусь, изучении некоторых аспектов правового регулирования охоты, определении отличий понятия охоты согласно законодательствам Республики Беларусь и Российской Федерации. *Задача данной статьи* заключается в проведении анализа правового регулирования охоты. В процессе написания статьи использовались системный, сравнительно-правовой *методы* анализа исследуемого вопроса.

Указом Президента Республики Беларусь от 21 марта 2018 г. № 112 утверждены «Правила ведения охотничьего хозяйства и охоты» (далее – Правила), которыми урегулированы отношения в области использования охотничьих животных. Согласно п. 2 Правил, под охотой понимается поиск, выслеживание, преследование, попытка добычи или добыча охотничьих животных, обитающих в условиях естественной свободы, а также нахождение в охотничьих угодьях и иных местах обитания охотничьих животных с орудиями охоты, либо добыча диких зверей и (или) птиц, не являющихся охотничьими, с использованием орудий и способов охоты.

В российском законодательстве понятие «охота» раскрывается несколько иначе, а именно согласно п. 5 ст. 1 Федерального закона от 24 июля 2009 г. № 209-ФЗ «Об охоте и сохранении охотничьих ресурсов и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (далее – закон «Об охоте и о сохранении охотничьих ресурсов») [2] под охотой понимается деятельность, связанная с поиском, выслеживанием, преследованием охотничьих ресурсов, их добычей, первичной переработкой и транспортировкой. Необходимо отметить, что отличие данных терминов заключается в самих определениях данных понятий, а именно Правила предусматривают такое понятие, как «охотничьи животные», а закон «Об охоте и о сохранении охотничьих ресурсов» – «охотничьи ресурсы». Также существенным отличием данных понятий являются объекты охоты.

Согласно Правилам объектами охоты являются охотничьи животные, под которыми понимаются дикие животные, указанные в приложении к Правилам (зубр, кабан, косуля, лось и другие).

В соответствии с п. 5, 4 ст. 1 закона «Об охоте и о сохранении охотничьих ресурсов» объектами охоты являются охотничьи ресурсы, под которыми понимаются объекты животного мира, используемые в целях охоты.

В п. 5 ст. 1 закона «Об охоте и о сохранении охотничьих ресурсов» в качестве охоты, помимо выслеживания и преследования охотничьих ресурсов, выделяются ещё и действия, связанные с их переработкой и транспортировкой.

В настоящее время не все белорусские специалисты в области экологического права согласны с тем, что перемещение и транспортировка найденных мёртвыми охотничьих животных являются незаконными действиями. В частности, Г.И. Зайчук писал, что среди обязательных признаков, позволяющих идентифицировать охотничье животное в качестве самостоятельного объекта правоотношений, является нахождение его в живом состоянии.

В соответствии с п. 148 Правил при обнаружении в охотничьих угодьях, в том числе на дорогах, раненых, травмированных, больных или погибших диких животных запрещается самовольно добывать их, разделывать или перемещать их туши или части туш.

Данный запрет, по мнению Зайчука, нелогичен, так как в перемещении раненых, травмированных и больных животных отсутствуют признаки правонарушений, а запрет на разделку и перемещение найденного мёртвого животного нелогичен, так как животное уже не находится в живом состоянии, соответственно *погибшее животное не может быть отнесено к объектам экологического права в силу того, что по причине своей смерти оно не может выполнять функции природного объекта. Погибшее животное может считаться имуществом, а незаконное завладение чужим имуществом, в свою очередь, является хищением, а не браконьерством.*

В заключении можно сделать вывод, что и в белорусском, и в российском законодательстве понятие «охота» достаточно конкретизировано. В определениях понятий «охотничьи животные» и «охотничьи ресурсы» существенных отличий не наблюдается, что означает, что формально они равнозначны. Кроме того, с точки зрения некоторых белорусских специалистов в области экологического права, предусматривание законодательством ответственности за транспортировку, перемещение или разделку мёртвых диких животных полностью не оправданно.

1. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс] : Закон Респ. Беларусь, 26 нояб. 1992 г. № 1982-ХІІ (с изм. и доп.) // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Брест, 2020.

2. Об охоте и сохранении охотничьих ресурсов и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации [Электронный ресурс] : Федеральный закон, 24 июля 2009 г. № 209-ФЗ (с изм. и доп.) // КонсультантПлюс. Законодательство Российской Федерации / Банк данных Российской Федерации. – Брест, 2020.

## ПРОБЛЕМА МИГРАЦИИ ПТИЦ НА ТЕРРИТОРИИ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

*А.Ю. Сахарова*

*Л.Н. Поликин, научный руководитель, канд. геогр. наук, доцент*  
Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова  
г. Архангельск

В последнее время перелетные птицы меняют поведенческие навыки – определенное число популяций видов не улетает на зимовку в южные страны. И тут возникает актуальный вопрос: почему же это происходит? Чтобы досконально изучить данную проблему, мы рассмотрим род Утки (*Anatidae*).

Цель работы: определить причины зимовки перелетных птиц на Европейском Севере России.

Задача исследования: выделить особенности поведения утки кряквы в зимний период года.

Новизна работы заключается в изучении поведенческих навыков в условиях изменения климата.

На территории Архангельской области обитают следующие виды уток: кряква (*Anas platyrhynchos*), свиязь (*Mareca penelope*), шилохвость (*Anas acuta*), морская чернеть (*Aythya marila*), обыкновенный гоголь (*Bucephala clangula*), Чирок-трескунок (*Spatula querquedula*), широконоска (*Spatula clypeata*), красноголовый нырок (*Aythya ferina*), большой и средний крохаль (*Mergus merganser/ Mergus serrator*), луток (*Mergellus albellus*) и т.д.

Многие из этих видов ненадолго задерживаются на территории области, поэтому на предмет миграционных предпочтений мы рассмотрим один из самых распространенных видов уток – крякву (*Anas platyrhynchos*). Данный вид является одним из самых распространенных в мире и встретить крякву можно повсеместно. Кормовая база их весьма разнообразна, так как эти утки практически всеядны и неприхотливы. Основой рациона, несомненно, служит растительная пища, например, молодые листочки зарослей на берегу водоема либо же мелкая водная растительность. Ягоды, рачки, коренья, водоросли – все это является кормом пернатых в дикой природе, но стоит отметить, что птицы питаются личинками водных насекомых, а также дождевыми червями, мелкими лягушками и рыбами.

Если учесть, что в теплое время года утки не испытывают недостатка пищи и питаются разнообразно, то зимой становится куда труднее найти пропитание, поэтому возникает вопрос, почему же птицы перестали улетать с севера и теперь практически круглый год не меняют место своего обитания?

Ниже представлен график изменения средней температуры воздуха за холодный период года с 2005 по 2018 год [1]. Полиномиальная трендовая составляющая показывает потепление с 2012 года и некоторую цикличность за

рассмотренный период (рис. 1). Минимальные температуры имеют тенденцию снижения (рис. 2). Следует добавить аномально теплую погоду за заканчивающийся холодный период 2019–2020 гг. Стоит отметить, что зимой 2019–2020 года не замерзли многие речные артерии Архангельской области, которые до этого замерзали в каждый год. Таким образом, климатический фактор не является решающим в миграционных предпочтениях крякв.

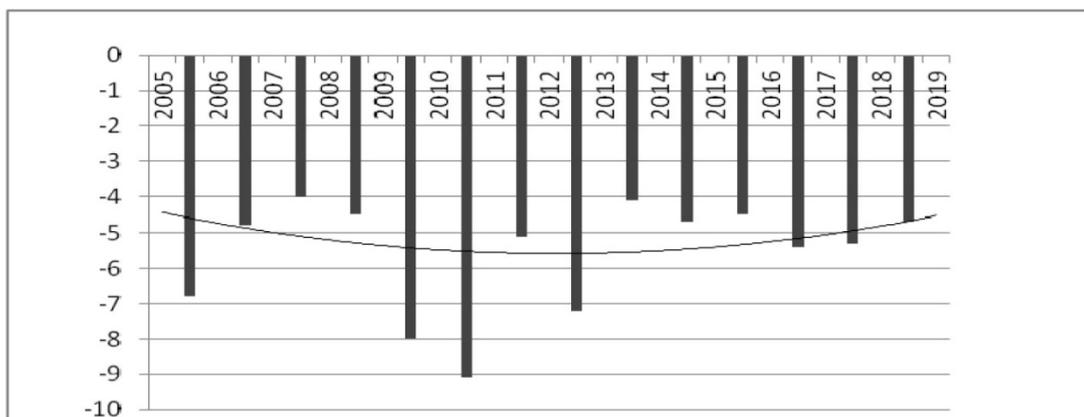


Рис. 1. Средняя температура воздуха за холодный период года с 2005 по 2019 год

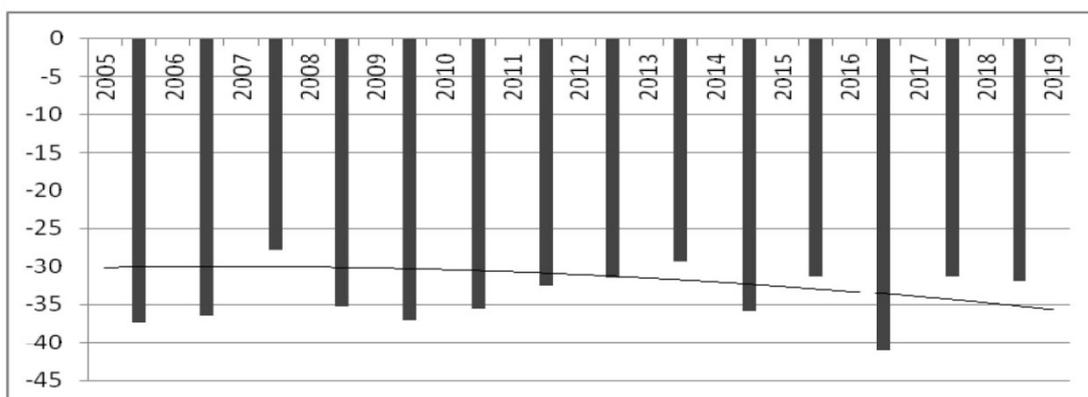


Рис. 2. Минимальные температуры за холодный период года с 2005 по 2019 год

Для изучения поведения диких уток в зимний период года была выбрана река Юрас, приток Северной Двины. Численность уток была отмечена в количестве семнадцати особей – одиннадцать самцов и шесть самок. По обоим берегам реки сохранилась прошлогодняя растительность, которую утки используют в качестве пропитания. Возможен поиск еды в прибрежном иле. Искусственной подкормки нет, так как люди здесь бывают редко. Птицы выглядят здоровыми и довольно таки упитанными.

Даже при температуре окружающей среды  $-40^{\circ}\text{C}$  перелетные птицы остаются зимовать в связи с наличием тепловых источников и открытых вод. На это влияют такие факторы, как: наличие кормовой базы, изменение климата, сброс теплых вод в местные реки с ТЭЦ, наличие незамерзающих городских фонтанов и т.д. Люди часто подкармливают птиц хлебом, зерном, измельченными овощами.

Данная картина характерна и для других видов перелетных птиц, обитающих в Архангельской области (например, род Чайки (*Larus*)).

1. ООО «Расписание погоды»: [сайт]. – Москва, 2004. – Обновляется в течение суток. – URL: <http://www.rp5.ru/> (дата обращения: 28.03.2020). – Текст. Изображение: электронные.

## ФОРМА КРИВЫХ СВЯЗЕЙ НА ГРАФИКАХ ПРИВЕДЕНИЯ

*А.А. Сверчкова*

*З.К. Иофин*, научный руководитель, д-р техн. наук, профессор  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Для осуществления бесперебойного водоснабжения необходимо использовать уравнение водного баланса:  $P = Y + E + U$ .

В настоящее время нет достаточно проверенных способов для определения составляющих этого уравнения. Поэтому наша задача заключается в разработке методик по определению этих составляющих. В уравнение водного баланса входят слой стока, слой атмосферных осадков, которые определяются путем наблюдения. Также в уравнение входят инфильтрация и испарение. Для их определения используют связь слоя стока от слоя атмосферных осадков.

Многие гидрологи считают, что связь между слоями стока и атмосферных осадков имеет криволинейную форму. При этом ссылаются на криволинейный график Ольдекопа, которому более 100 лет [2]. Для того чтобы избежать недоразумений в принятии формы графика связи, мы воспользовались методом наименьших прямоугольников, предложенным Г.А. Алексеевым [1]. Этот метод до недавнего времени не использовался в гидрологических расчетах. Если обратиться к математическим выводам Алексеева, то совершенно очевидно, что этот метод обоснован и его преимущество перед методом наименьших квадратов состоит в том, что отклонения точек на графиках связи происходит как по оси абсцисс, так и по оси ординат. А в методе наименьших квадратов осуществляется только по одной из осей. Отсюда мы имеем эллипс рассеивания и две линии связи в отличие от метода Г.А. Алексеева, где одна линия связи. Мы воспользовались этим методом и вычислили значение слоев испарения и инфильтрации на воднобалансовых станциях. При этом криволинейные графики аппроксимированы прямой линией, что, по мнению Алексеева, будет отражать функциональную зависимость.

Согласно вычислениям, имеет место сравнительно небольшая ошибка суммарного испарения и более точное значение инфильтрации.

Вероятно, полученная ошибка вычисления суммарного испарения связана с точностью определения параметра  $b$ . Однако получены сравнительно небольшие ошибки как при расчете испарения, так и инфильтрации. Средняя ошибка вычисления испарения 4,7 %, инфильтрации близка к 0.

Для более обоснованного утверждения о применении метода Г.А. Алексеева необходимо увеличить количество рядов наблюдений и выявить криволинейные зависимости, аппроксимацию которых можно проводить по прямой линии. Найденные нами криволинейные графики зависимости слоя стока от слоя атмосферных осадков, по нашему мнению, пригодны для использования в качестве аппроксимации криволинейной зависимости прямой линией.

1. Алексеев, Г. А. Отыскание формы связи между случайными величинами методом квантилей // Великанова, М. А. Ошибки измерений и эмпирические зависимости / М. А. Великанова. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1962. – 299 с.

2. Ольдекоп, Э. М. Испарение с поверхности речных бассейнов / Э. М. Ольдекоп. – Юрьев, 1911. – 209 с.

## АККУМУЛЯЦИЯ $^{137}\text{Cs}$ ЛЕСНЫМИ ЛИШАЙНИКАМИ В ЗОНЕ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

**В.Н. Сеглин**

*А.А. Дворник, научный руководитель, канд. биол. наук*  
Институт радиобиологии Национальной академии наук Беларуси  
г. Гомель

На протяжении многих десятилетий лишайники используются в качестве средства для получения информации о радиоактивном загрязнении окружающей среды во времени и пространстве. Лишайники растут на самых разнообразных субстратах, не имеют корневой системы, но благодаря своему слоевищу, не имеющему кутикулярного слоя и устьиц, они накапливают большие концентрации радионуклидов пассивным образом и ввиду большой продолжительности жизни данных организмов сохраняют радионуклиды в талломах в течение длительных периодов времени.

Поглощая радиоактивные вещества, поступающие с атмосферными выпадениями, лишайники отражают сумму нахождения радионуклида в воздухе и осадках за весь период существования талломов. Наиболее активно, в сравнении с другими радионуклидами, лишайники аккумулируют  $^{137}\text{Cs}$ , что обусловлено его более прочным удерживанием в талломах, а также спецификой состава чернобыльских выпадений.

Исследование лесных лишайников на загрязненных радионуклидами территориях является актуальной задачей, которая дает возможность оценить радиоактивное загрязнение окружающей среды за длительный промежуток времени.

Цель данной работы – оценить роль наиболее распространенных видов лесных лишайников как фактора аккумуляции  $^{137}\text{Cs}$ .

Исследования проводились на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (ПГРЭЗ) в лесах вблизи бывших населенных пунктов Радин (участок 1), Крюки (участок 2) и Красноселье (участок 3). На каждом участке выбирались деревья с максимальным проективным покрытием лишайника каждого изучаемого вида. Эпифитные лишайники отбирались с нескольких деревьев на высоте 1–1,5 м., эпигейные виды были отобраны на участке площадью 1 м<sup>2</sup>. В лабораторных условиях лишайники очищали от остатков коры, почвы, мусора, высушивали до воздушно-сухого состояния и измельчали.

Измерения содержания  $^{137}\text{Cs}$  проводили с использованием гамма-спектрометра Ortec с полупроводниковым германиевым детектором. Для характеристики уровня радиоактивности образцов лишайников использовали величину удельной активности (кБк/кг) в расчете на сухую массу.

Собранные образцы лишайников были исследованы и идентифицированы как следующие виды: *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl., *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr., *Parmelia sulcata* Taylor, *Evernia prunastri* (L.) Ach., *Cetraria islandica* (L.) Ach., *Cladonia rangiferina* (L.) Weber ex F.H.Wigg. and *C. arbuscula* (Wallr.) Flot.

Плотность загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  на исследованных точках отбора проб оценивалась в диапазоне от 2196 кБк/м<sup>2</sup> (участок 3) до 2701 кБк/м<sup>2</sup> (участок 1). Измеренная мощность дозы воздуха в каждом из мест отбора проб варьировалась от 1,7 мкЗв/ч (участок 3) до 3,2 мкЗв/ч (участок 1).

В биомассе лишайников лесных ценозов ПГРЭЗ активность  $^{137}\text{Cs}$  варьируется в широких пределах: от 1 до 209 кБк/кг. Самая высокая концентрация  $^{137}\text{Cs}$  была обнаружена у вида *Hypogymnia physodes*, собранного на участке 1, самая низкая концентрация была обнаружена у *Evernia prunastri*, также произрастающей на участке 1. Необходимо отметить, что аккумуляция  $^{137}\text{Cs}$  лишайниками в большей степени зависела не от уровня радиоактивного загрязнения участка, а от вида лишайника.

Лишайник *Hypogymnia physodes*, произрастающий в сосняках, аккумулирует 8,8–209,0 кБк/кг  $^{137}\text{Cs}$ . Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в *Xanthoria parietina*, отобранной на стволах осины, варьирует от 13,5 до 32,2 кБк/кг. Аккумуляция радионуклида видом *Parmelia sulcata*, отобранной на стволах березы и осины, составила 6,0–45,3 кБк/кг. *Evernia prunastri*, отобранная на стволах осины, березы и груши, содержит от 1,0 до 14,0 кБк/кг. Кустистые виды *Cladonia*

*rangiferina*, *Cladonia arbuscula* и *Cetraria islandica* аккумулируют 9,1–64,1, 18,5–156,4 и 9,6–18,7 кБк/кг соответственно.

Соотношение максимальных и минимальных концентраций  $^{137}\text{Cs}$  в лишайниках, отобранных на одном участке, варьирует от 5 до 144. Например, на участке 1 минимальное содержание  $^{137}\text{Cs}$  было обнаружено у вида *Evernia prunastri* ( $1,01 \pm 0,02$  кБк/кг) и максимальное у *Hypogymnia physodes* ( $144,2 \pm 8,5$  кБк/кг), в то время как на участке 2 минимальное – у *Evernia prunastri* ( $8,0 \pm 1,1$  кБк/кг) и максимальное – у *Cladonia arbuscula* ( $37,2 \pm 4,3$  кБк/кг).

Статистически установлено ( $p \leq 0,05$ ), что больше всего  $^{137}\text{Cs}$  среди изученных видов аккумулируется в биомассе лишайника *Hypogymnia physodes* и *Cladonia arbuscula*. Самая низкая аккумулятивная способность отмечена для кустистых видов *Cetraria islandica* и *Evernia prunastri*.

Отмечены некоторые различия в аккумуляции  $^{137}\text{Cs}$  листоватыми и кустистыми видами. Листоватые виды, отобранные на участках 1 и 3, аккумулируют  $^{137}\text{Cs}$  более охотно (34–118 кБк/кг в среднем) в сравнении с кустистыми, где этот показатель в 1,5 раза ниже. Однако есть отклонения от данного примера. Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в листоватых и кустистых видах лишайников, произрастающих совместно на участке 2, не различается.

Таким образом, накопление  $^{137}\text{Cs}$  в биомассе лишайников определяется величиной радиоактивного загрязнения территории, видовыми характеристиками лишайников и зависит от характеристик субстрата. Широко распространенные в лесных экосистемах виды *Hypogymnia physodes* и *Cladonia arbuscula* показали высокую способность к аккумуляции  $^{137}\text{Cs}$ , и могут быть использованы в качестве биоиндикаторов радиоактивного загрязнения окружающей среды.

## ВЛИЯНИЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА НА СОСТОЯНИЕ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ ВОЛОГДЫ

*Л.С. Семенова*

*М.А. Иванова*, научный руководитель

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Сейчас автомобиль для человека – привычный предмет будничной жизни, но когда-то он был редкостью. И с распространением автомобилей как средств передвижения очень остро встает вопрос о загрязнении атмосферы выхлопными газами, которые влияют на зеленые насаждения, особенно на урбанизированной территории.

Загрязнение зеленых насаждений напрямую зависит от загрязнения атмосферы. На территории города это загрязнение неравномерно. Максимальные

уровни загрязнения фиксируются в местах пересечения автотранспортных магистралей. Степень загрязнения также выявляется количеством газовых выбросов.

*Цель данной работы* – изучить влияние автомобильного транспорта на состояние зеленых насаждений урбанизированной территории.

*Объектом* настоящего исследования является сквер на площади Бабушкина в Вологде. Исследования проводились в 2019 и 2020 годах. Жизнеспособность растения определялась путем визуальной оценки состояния и степени поражения древесными пороками у различных пород. Определение интенсивности движения автотранспорта производилось методом подсчета автомобилей разных типов.

В состав выхлопных газов входит более 300 разнообразных веществ, большая часть которых обладает токсическими свойствами [1].

Таблица 1

**Состав выхлопных газов [1]**

Компоненты	Содержание по объему, %	
	Двигатель	
	дизель	карбюратор
Азот	76,0–78,0	74,0–77,0
Кислород	2,0–18,0	0,3–8,0
Пары воды	0,5–4,0	0,3–5,5
Диоксид углерода	1,0–10,0	5,0–12,0
Оксид углерода	0,1–5,0	0,1–10,0
Углеводороды	0,1–5,0	0,2–3,0

Данные таблицы 1 говорят о том, что многие газы довольно активно реагируют с газами атмосферы, превращаясь в более токсичные соединения. Некоторые виды бензина при сжигании выбрасывают свинец. За день, в среднем, автомобиль может выбросить до одного килограмма газов. Вредные вещества, содержащиеся в выхлопных газах автомобилей, накапливаются в окружающей среде: растениях, клетках живых организмов и воздухе.

Зеленые насаждения – это отличный способ очищения воздуха, при этом необходимо грамотно высаживать отдельные виды растений, так как все они по-разному очищают воздух и реагируют на загрязнение воздуха. Общее количество зеленых насаждений сквера на площади Бабушкина составляет 36 единиц.

Таблица 2

**Встречаемость древесного порока в каждой породе сквера на площади Бабушкина**

Порода, количество	Средний диаметр, см	Пороки ствола	% деревьев с пороками
Туя западная, 13	14,3	Трещины	46
Ель обыкновенная, 10	24,3	Отслоение коры, трещины	50/40
Клен остролистный, 9	27,4	Кривизна ствола, трещины	55/33
Вяз гладкий, 4	39,5	Кривизна ствола, многоствольность, трещины	50/20/20

По данным, полученным при наблюдении за сквером и подсчетам древесной растительности, построена таблица 2, которая отражает видовое разнообразие сквера, а также заметные пороки стволов деревьев. Это дает нам возможность сделать вывод, что средний процент порока ствола дерева выше половины. Скорее всего, в этом и есть влияние транспорта на состояние деревьев – одно внешнее описание говорит об этом.

Исходя из этого, можно по способу наблюдения выявить количество транспорта, проезжающего по Бываловскому мосту, который находится максимально близко к наблюдаемому объекту (табл. 3).

Таблица 3

### Интенсивность движения автомобилей на Бываловском мосту

Легковые автомобили	Общественный транспорт	Грузовой транспорт (легкий, средний, тяжелый)	Общее количество автомобилей в течение часа	Доля грузового транспорта
2747	136	402	3285	12 %

Из таблицы можно сделать вывод, что большое количество машин, проходящих через Бываловский мост, оказывает серьезное воздействие на сквер, находящийся на площади Бабушкина. Так как процент грузового транспорта равен 12, то загрязнение тяжелыми металлами, которые чаще присутствуют в выхлопных газах именно грузовых автомобилей, меньше, чем другими токсичными соединениями.

По исследованиям можно сделать вывод, что загрязнение атмосферы связано с большим количеством автомобилей, ежечасно проезжающих по Бываловскому мосту близ сквера на площади Бабушкина, и, следовательно, состояние зеленых насаждений сквера находится в прямой зависимости от данного загрязнения.

1. Русанов, В. Д. Избавим города от токсичных выбросов автомобилей / В. Д. Русанов, В. Г. Систер //ЭКиП: Экология и промышленность России. – 2006. – № 6. – С. 24–27.

## ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА РОДНИКОВЫХ ВОД БАССЕЙНА РЕКИ ЮГ

*А.С. Стрекаловская*

*А.И. Труфанов, научный руководитель, канд. геол.-минерал. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

В удаленных районах области родники по-прежнему имеют большое местное значение, т.к. являются источниками хозяйственного и бытового водоснабжения. В настоящее время были получены новые данные о родниках, в связи с этим возникла необходимость обобщить и систематизировать информацию.

Целью исследования является выявление особенностей химического состава родниковых вод бассейна реки Юг.

Для достижения этой цели была собрана и систематизирована имеющаяся информация о родниках бассейна реки Юг. На основе результатов химических анализов проб, отобранных в 57 родниках в пределах района исследования, была проведена оценка качества родниковых вод.

По результатам химических анализов были классифицированы родниковые воды, также была определена их пригодность для использования в питьевых целях. Для выявления генетических особенностей родниковых вод составлена диаграмма С.А. Дурова.

Река Юг протекает по территории Вологодской и Кировской областей. В Вологодской она течет в пределах трех районов – Кич-Городецкого, Никольского и Великоустюгского. Длина реки 574 км. Бассейн реки Юг лишь на треть меньше бассейна Сухоны, его площадь 35,6 тыс. км<sup>2</sup>, ширина от 45 до 150 км, имеет сильную вытянутость в широтном направлении. На Вологодскую область приходится 40 % площади водосбора.

В геологическом строении района в пределах изученности принимают участие четвертичные, триасовые и пермские отложения. Триасовые и пермские отложения на территории района залегают непосредственно под четвертичными. Естественные обнажения нижнетриасовых пород и верхнепермских пород отмечается в ряде мест по берегам реки Юг и ее притоков. Было определено, что преобладающая часть родников дренирует пресные воды водоносных горизонтов четвертичных отложений. Они залегают на глубине от 2 до 6 м. Часть источников дренирует воды отложений триаса, об этом свидетельствует содовый (гидрокарбонатно-натриевый) тип вод.

Результаты анализов химического состава родниковых вод были систематизированы и представлены в виде формул Курлова, что позволило классифицировать их по составу и минерализации. Преобладающая часть родниковых вод пресные и имеют минерализацию от 0,23 до 0,97 г/дм<sup>3</sup>. По химиче-

скому составу преобладают гидрокарбонатные и кальциевые или натриевые воды, реже магниевые. Воды хлоридного класса были отмечены в четырех источниках, расположенных в селе Нижний Енангск, деревнях Мондур, Крадихино, Сигово. Вода в остальных родниках имеет хлоридно-гидрокарбонатный, т.е. смешанный анионный состав. В родниках, расположенных в деревнях Еловино и Васино, были отмечены слабоминерализованные воды гидрокарбонатного и гидрокарбонатно-хлоридного состава.

Повышенное содержание азотистых соединений было выявлено в водах семи источников, расположенных в селах Кильченьга, Шонга, деревнях Подгорье, Плесо, Еловино, Сирино и Подол. Это свидетельствует о наличии антропогенного загрязнения на площадях водосбора данных родников. Для использования воды из отмеченных выше источников необходимо проводить регулярные наблюдения за изменением их химического состава во времени. Источники, в которых наблюдается содержание тяжелых металлов выше ПДК, требуют выявления источников загрязнения, родниковая вода не может быть использована для питьевых целей (например, родник «Колодный Лог», где в воде было обнаружено содержание свинца 0,012–0,013 мг/л). В 54 источниках был определен показатель рН, из них воды 33 источников относятся к нейтральным, 8 относятся к слабокислым, 12 – к слабощелочным, 1 – к щелочным.

Воды большинства исследуемых источников отвечают нормативным требованиям СанПиН 2.1.4.1175-02 «Гигиенические требования к качеству вод нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников» – они являются пригодными для использования в пищу и в бытовых целях. Исключением являются воды отмеченных выше источников, а также воды источника в деревне Брод. Родниковая вода в нем имеет рН 5,6 что не соответствует нормативным требованиям [1].

Таким образом, для сохранения и поддержания качества родниковых вод с целью дальнейшего их использования для питьевых и бытовых нужд рекомендуется:

1. Провести каптаж источников в соответствии с установленными требованиями в целях предупреждения загрязнения родниковой воды.
2. Регулярно проводить химический анализ вод для мониторинга загрязнений источников.

1. СанПиН 2.1.4.1175-02. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Гигиенические требования к качеству вод нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников: утв. Гл. гос. санитар. врачом РФ 17.11.2002. – Введ. 1.03.2003. – Москва: Минздрав РФ, 2002

## О НЕКОТОРЫХ ВОПРОСАХ ЭФФЕКТИВНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

*Н.С. Хоровец, В.А. Швед, П.В. Пошвенчук  
Г.И. Зайчук, научный руководитель, канд. юрид. наук, доцент  
Брестский государственный университет им. А. С. Пушкина  
г. Брест*

В процессе своей деятельности человек зачастую оказывает вредное воздействие на окружающую среду. Чтобы минимизировать такое негативное воздействие на природу и экономику, необходимо провести экологизацию хозяйственной и иной деятельности человека. В данный момент государство стремится осуществить это с помощью ряда административных и экономических механизмов охраны окружающей среды. Однако их применение гарантирует лишь минимально необходимый эффект, усилить который возможно, создав систему мер стимулирования в области рационального природопользования и охраны окружающей среды.

Так, в соответствии с Программой развития промышленного комплекса Республики Беларусь на период до 2020 года, важными направлениями экологизации перерабатывающей промышленности признаны стимулирование производства промышленной продукции с экологической маркировкой путем ее частичного включения в государственный заказ и совершенствование экономического механизма, стимулирующего внедрение в промышленных организациях энерго- и ресурсосберегающего оборудования и технологий, обеспечивающих сокращение объемов образования отходов, выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и сбросов недостаточно очищенных сточных вод в водоемы и водотоки, предотвращение загрязнения подземных вод, почв и деградации сельскохозяйственных земель [1].

В то же время ни в законодательстве Республики Беларусь, ни в юридической литературе понятие стимулирования в данной сфере в точной мере не определено, что демонстрирует незначительность его роли как эколого-правового инструмента. Исходя из чего, на наш взгляд, необходимо разработать и закрепить легальное определение данного термина.

Кроме того, с точки зрения субъектов хозяйствования, стимулирование государством экологизации деятельности должно заключаться в том, что государство будет гарантировать субъекту хозяйствования получение прямых выгод. Такие выгоды могут проявляться в виде репутационной выгоды или выгоды административного характера.

Выгода для репутации должна заключаться, к примеру, в создании определенных рейтингов, в которых отражается уровень экологизации деятельности организаций, разработки индекса экологической эффективности. Также возможна организация конкурсов, в которых отмечается уровень экологической эффективности, посредством присвоения специальных наград за успехи в экологизации производства. Методы административного стимулирования

должны проявляться посредством смягчения эколого-правовых требований к соответствующим лицам, выражающимся в уменьшении количества проверок, смягчении экологического контроля, продлении выдаваемых разрешений. Такие меры дадут возможность субъектам хозяйствования внедрять технологии в области экологизации производства без нагрузки для самого предприятия. Стимулирование экономическими методами заключается в гарантии материальных выгод для заинтересованных лиц. Помимо этого, экологизация хозяйственной деятельности может быть частично субсидирована государством.

К сожалению, в законодательстве Республики Беларусь описанные виды стимулирования не получили должного распространения (кроме экономического стимулирования), в отличие от Европейской практики, где стимулирование административного и репутационного характера занимает значительное место [2]. Так, согласно статье 82 Закона Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» [3], оно осуществляется на основе установления отдельным категориям лиц, льгот (как правило, они налоговые) при определенных условиях или ускоренной амортизации оборудования и других объектов, назначение которых охрана и оздоровление окружающей среды. При обращении с отходами юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям может оказываться государственная поддержка. Это выражается путем выделения из бюджета ссуд, займов на выполнение мероприятий по обезвреживанию опасных отходов и на возмещение затрат по сбору, обезвреживанию и (или) использованию отходов [4].

Опираясь на вышесказанное, на наш взгляд, дальнейшее совершенствование экологического законодательства заключается в создании комплексной системы мер, призванной стимулировать рациональное использование природных ресурсов. Основными методами стимулирования в такой системе должны стать методы административного, репутационного и экономического содержания.

1. Программа развития промышленного комплекса Республики Беларусь на период до 2020 года: утв. Постановлением Совета Министров Респ. Беларусь от 05.07.2012 № 622 // Эталон-Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2020.

2. Study on Incentives Driving Improvement of Environmental Performance of Companies: final report / ECORYS, European Commission – DG Environment. – Rotterdam, 2012. – 166 p.

3. Об охране окружающей среды: Закон Респ. Беларусь, 26 нояб. 1992 г., № 1982-XII: в ред. Закона от 17 июля 2002 г. № 126-3 (с изм. и доп.) // Эталон – Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2020.

4. Об обращении с отходами: Закон Респ. Беларусь, 20 июля 2007 г., № 271-3 (с изм. и доп.) // Эталон – Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2020.

## ОЦЕНКА РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ

*Е.А. Цагельник*

*Г.Л. Осипенко, научный руководитель*

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины  
г. Гомель

Полесский государственный радиационно-экологический заповедник (далее ПГРЭЗ) находится на юго-востоке Беларуси между  $51^{\circ}20'$  и  $51^{\circ}50'$  северной широты,  $29^{\circ}30'$  и  $30^{\circ}30'$  восточной долготы. С юга территория ПГРЭЗ граничит с государственной границей Украины. Административный центр Полесского ГРЭЗ находится в г. Хойники Гомельской области. Заповедник делится на три участка, которые расположены на территориях соответствующих районов. Здесь сосредоточено около 30 % цезия-137, выпавшего на территорию Беларуси, более 70 % стронция-90 и около 97 % трансурановых элементов.

*Цель работы* – дать характеристику радиоэкологического состояния растительных сообществ на территории ПГРЭЗ.

По геоботаническому районированию ПГРЭЗ расположен в Полесско-Приднепровском округе подзоны широколиственно-сосновых лесов [1].

Непокрытые лесом земли (в основном бывшие сельскохозяйственные угодья) занимают 82,2 тыс. га (38,0 %), нелесные земли – 20,1 тыс. га (9,3 %) территории Полесского ГРЭЗ.

Работы были проведены в приспевающих и спелых, березовых, дубовых, ольховых и осиновых насаждениях ПГРЭЗ, относящихся к III-ей зоне радиоактивного загрязнения с долей главной породы не менее 70 %.

Всего обследовано 53 насаждения сосны: а Воротецком лесничестве – 44, Богушевском – 8, Ново-Покровском – 1 – в наиболее распространенных типах условий произрастания  $A_1$  – 13,  $A_2$  – 11,  $B_2$  – 15,  $B_3$  – 11, и  $C_2$  – 3 шт.

В Богушевском и Воротецком лесничествах ПГРЭЗ обследованы 32 приспевающих и спелых березовых насаждения, из которых преобладают черничники – 18. Другим наиболее распространенным типом леса являются орляковые – 8. Среди типов условий местопроизрастания наибольшее количество  $C_3$  – 9 и  $B_3$  – 8 шт.

Дубовые насаждения были изучены в Новопокровском (26), Тульговичском (10) и Бабчинском (4) лесничествах, в которых преобладали кисличные (14) и снытевые (13) типы леса. Среди типов условий местопроизрастания преобладали  $D_2$  – 13 и  $D_3$  – 12 шт.

Черноольховые насаждения обследованы в Новопокровском (17) и Бабчинском (15) лесничествах, в которых преобладали снытевые (12) и таволговые (10) типы леса.

При выполнении работы нами установлено произрастание 29 видов охраняемых растений, из которых ятрышник шлемоносный, астра степная, осока теневая, наяда большая, водяной орех плавающий, гвоздика армериевидная, крестовник эруколистный, пыльцеголовник длиннолистный, венерин башмачок настоящий, росянка промежуточная очень редки и на территории Беларуси известны лишь единичные местонахождения. Численность таких редких видов, как сальвиния плавающая, ирис сибирский, любка зеленоцветковая, ятрышник шлемоносный, довольна высокая. Впервые для республики здесь зарегистрировано произрастание молодила русского, зубровки ползучей и таволги степной. Уникальная ситуация сложилась с многолетними декоративными травянистыми растениями, произрастающими на бывших приусадебных участках, многие из них уже длительный период конкурируют с местной флорой.

Распределение  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  характеризуется аккумуляцией их основного количества в верхних слоях почвенного профиля. В более глубоких слоях почвы содержание  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{137}\text{Sr}$  резко снижается и на глубине 35–40 см составляет менее 1 процента. Рассчитаны величины среднегодового выноса радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  из верхнего 10 см слоя почвы в более глубокие слои. Получены данные распространения радионуклидов по почвенному профилю. Были установлены коэффициенты перехода и содержание  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в структурных компонентах сосны и берёзы, а также в подросте и подлеске и напочвенном покрове на исследуемых объектах.

В исследованиях нами рассмотрены три яруса лесных экосистем: древостой; подрост и подлесок; живой напочвенный покров, – а также мох и лесная подстилка. Установлено распределение радионуклидов по ярусам экосистем.

Основная доля содержания радионуклидов приходится на верхний ярус лесных насаждений и лесную подстилку. При этом распределение  $^{137}\text{Cs}$  в блоках фитоценозов существенно отличается от распределения  $^{90}\text{Sr}$ .

Увеличение или понижение содержания  $^{137}\text{Cs}$  в лесной растительности на данной стадии зависит от условий её мест произрастания и возраста древостоев в сосняках. В то же время потоки  $^{90}\text{Sr}$  направлены из растений или близки нулю. Для мшистых и черничных березняков можно утверждать, что они характеризуются способностью к уменьшению содержания как  $^{137}\text{Cs}$ , так и  $^{90}\text{Sr}$  в их фитомассе.

1. Якушев, Б. И. Динамика радиоактивного загрязнения почв и растений природно-растительных комплексов в зоне отселения ЧАЭС на территории Беларуси. Полесскому ГРЭЗ 10 л. / Б. И. Якушев – Минск, 1998. – 225 с.

## ВИДОСПЕЦИФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ХИЩНЫХ РЫБ К НАКОПЛЕНИЮ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

*Д.С. Денисова*

*М.А. Назарова, научный руководитель, канд. биол. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Антропогенное воздействие на водные объекты включает поступление загрязняющих веществ, в том числе тяжелых металлов, в процессе деятельности человека в таких объемах, которые способны вызывать отклонения в развитии и функционировании гидробионтов [1]. Для оценки изменений, происходящих в водных экосистемах, проводятся исследования анатомических и морфометрических характеристик рыб на популяционном и организменном уровне. По этим параметрам прослеживается деградация водоемов, так как представители ихтиофауны, в зависимости от видовой принадлежности, характеризуются избирательным накоплением поллютантов, которые впоследствии вовлекаются в общий круговорот [1]. Актуальность работы заключается в том, что загрязнение водной среды приводит не только к ее трансформации, превращению веществ в токсичные формы и их депонированию в ткани гидробионтов, но и поступлению таких соединений в организм человека за счет использования воды для питьевых и хозяйственных целей и ее биологических ресурсов, в том числе рыб [2].

Исходя из вышеизложенного, цель работы состояла в выявлении видоспецифических особенностей хищных видов рыб к накоплению тяжелых металлов в мышечной ткани. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: установить, какие токсиканты могут накапливаться в мышцах хищных рыб; определить возможность превышения допустимой концентрации поллютантов в ткани водных организмов.

Отбор проб образцов хищников, а именно окуня, судака и щуки, проводился с акватории Кубенского озера. Биологический материал хранился при температуре ниже  $-18^{\circ}\text{C}$  и был разморожен непосредственно перед соответствующими определениями. В процессе установления закономерностей выбраны представители ихтиофауны одной возрастной категории (4+ – 8+).

Для выявления содержания железа в мышечной ткани гидробионтов применяли фотоэлектроколориметрический метод. Концентрацию ртути, меди и цинка устанавливали с помощью инверсионно-вольтамперометрического метода анализа. Для обработки данных брали среднее значение по каждому тяжелому металлу.

Исходя из полученных результатов, следует, что в мышцах окуня содержание общего железа (ПДК=30 мг/кг) составляет 42,4 мг/кг, в отличие от щуки (25,5 мг/кг) и судака (24,6 мг/кг). Содержание железа в воде превышает ПДК для водных объектов рыбохозяйственного назначения, что является характерной особенностью Вологодской области. Окунь традиционно считается

самой устойчивой к антропогенному влиянию рыбой, способной выживать в экстремальных условиях. Вполне вероятно, что высокое содержание железа в тканях окуня связано с его миграцией с той части водоема, где имеется выход в воду железосодержащих пород.

Данные по концентрации ртути свидетельствуют, что в организме окуня (0,69 мг/кг) установлено превышение допустимого содержания токсиканта (ПДК=0,6 мг/кг), следовательно этот вид обладает предрасположенностью к депонированию канцерогена. В мышечной ткани щуки (0,5 мг/кг) и судака (0,38 мг/кг) степень аккумуляции тяжелого металла соответствует величине ПДК, что связано с местообитанием хищников.

В ходе анализа по выявлению цинка в организмах исследуемых образцов рыб обнаружено, что в мышцах окуня (82,3 мг/кг), щуки (71,8 мг/кг) и судака (64,3 мг/кг) содержание цинка значительно отличается от числового значения, указанного в нормативном документе (ПДК=40 мг/кг). В этом случае можно сказать, что хищные рыбы в совокупности обладают видовой спецификой к накоплению поллютанта в организме.

Результаты, отражающие наличие в мышечной ткани гидробионтов меди (ПДК=10 мг/кг), показывают, что судак (18,16 мг/кг) и щука (17,77 мг/кг) примерно в одинаковых количествах аккумулируют токсикант, в отличие от окуня (14,28 мг/кг). Тем не менее, эти виды рыб характеризуются повышенным содержанием меди относительно ПДК.

Таким образом, концентрации тяжелых металлов в мышцах разных представителей ихтиофауны существенно отличаются. Окунь характеризуется видовой спецификой к накоплению железа и ртути в мышечной ткани. Также установлена предрасположенность хищников к депонированию в больших количествах цинка и меди. Степень аккумуляции токсикантов из водной массы в организм гидробионтов зависит от химического состава воды и содержания в ней вредных веществ.

Загрязнение водной среды – экологическая проблема глобального уровня, и для ее решения необходимо применять новые подходы и методы. В связи с этим полученные закономерности могут в дальнейшем использоваться при проведении мониторинга Кубенского озера для оценки степени деградации его экосистемы с применением мышечной ткани рыб в качестве биологических индикаторов.

1. Дробот, Г. П. Гисто-морфометрические характеристики печени рыб как биоиндикаторы качества водной среды / Г. П. Дробот, В. С. Трубачева, О. В. Малюта, С. Г. Васин [и др.] // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2011. – № 3. – С. 101–106.

2. Немова, Н. Н. Ртуть в рыбах: биохимическая индикация / Н. Н. Немова, Л. А. Лысенко, О. В. Мещерякова, В. Т. Комов // Биосфера. – 2014. – Т. 6, № 2. – С. 176–185.

## ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКА НА ПРОЦЕССЫ СПИРТОВОГО БРОЖЕНИЯ

*Д.М. Доброданова*

*Л.М. Воронай, научный руководитель, канд. хим. наук, доцент,  
Г.А. Тихановская, научный руководитель, канд. биол. наук, доцент*

Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Для получения в промышленных условиях этилового спирта используют сахаристые фракции, выделенные из разных видов растительного сырья методом спиртового брожения. Химический состав спирта, его качество и последующее применение зависят от состава природного сырья и от технологических условий брожения. Если в составе экстрактов для сбраживания присутствуют пентозы и их производные, то получаются спирты, содержащие примеси метанола, метанала и ацетальдегида. Примеси лигнина блокируют спиртовое брожение, и в продуктах брожения практически отсутствует этанол, но присутствует метанол, метаналь, этаналь и сложные эфиры.

При спиртовом брожении кислотных гидролизатов древесины получают только технический спирт, содержащий вышеуказанные примеси. Ультразвуковой способ обработки (УЗО) древесины позволяет поэтапно выделять отдельные фракции сахаристых веществ, которые блокируют процессы брожения и изменяют химический состав продуктов.

Цель работы – установить влияние химического состава сахаристых фракций, которые образуются при УЗО, на состав продуктов брожения.

Для достижения поставленной цели решаются задачи:

1. Экспериментальное определение условий ультразвуковой обработки для разделения фракций лигнина и сахаров, которые являются субстратом для выращивания дрожжей.

2. Определение продуктов спиртового брожения и установление зависимости между условиями озвучивания и их химическим составом.

Объектом исследования являются экстракты сахаристых фракций, полученные при ультразвуковой обработке опилок ольхи. Предмет исследования – влияние ультразвука на состав продуктов брожения экстрактов сахаристых фракций. Для определения концентрации сахаров использовали титриметрический метод анализа. Содержание метанола и этанола определяли хроматографическим методом.

При проведении эксперимента опилки ольхи массой 50 г (без сортировки) загружают в контейнер, добавляют 500 мл воды и подвергают озвучиванию в низкочастотном ультразвуковом реакторе в течение 15, 20, 25 и 30 минут. После озвучивания и охлаждения выделяют твердую фракцию опилок и экстракт, в котором определяют содержание сахаристых веществ. Опил-

ки снова загружают в контейнер, добавляют 500 мл воды, выдерживают в течение 1 часа при температуре 40–50 °С и подвергают озвучиванию в течение 30 минут. После фильтрования снова выделяют жидкую и твердую фракции. В жидкой фракции определяют содержание сахаров и добавляют закваску для спиртового брожения. Опилки снова заливают водой, выдерживают сутки и подвергают озвучиванию в течение 30 минут. Экстракт, полученный после озвучивания, используют в качестве среды для спиртового брожения. Спиртовое брожение осуществляют в течение 7 суток. После брожения в экстракте определяют содержание метанола, этанола. Результаты исследования представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

**Содержание сахаристых фракций после озвучивания**

Фракции	I				II				III			
	15	20	25	30	15	20	25	30	15	20	25	30
Время озвучивания, мин												
Содержание растворимых сахаров, %	0,02	0,09	0,15	0,42	0,7	0,92	1,7	1,9	0,8	1,1	1,9	2,2

Таблица 2

**Содержание спиртов в экстрактах после брожения**

Фракция	Содержание, г/л	
	Метанол	Этанол
I	0,39	0
II	0,27	0,15
III	0,05	5,2

Результаты исследования свидетельствуют, что в первой фракции экстракта максимальное содержание низкомолекулярных сахаристых фракций составляет 0,42 % от общей массы экстракта через 30 минут после озвучивания. После спиртового брожения через 7 суток в пробе присутствует 0,39 г/л метанола, этанола нет. После повторного озвучивания опилок получают экстракт, в котором содержание сахаристых веществ составляет 1,9 %, и добавляют к нему дрожжи. После спиртового брожения содержание метанола в пробе составляет 0,27 г/л, этанола – 0,15 г/л. Выделенные опилки вновь подвергают озвучиванию и определяют содержание сахаристых веществ в жидкой фракции, которое увеличивается до 2,2 %. В экстракте после брожения содержание метанола составляет 0,05 г/л; этанола – 5,2 г/л.

Таким образом, химический состав продуктов спиртового брожения зависит от состава экстракта, полученного после озвучивания. Результаты эксперимента позволяют сделать вывод, что при процессах первичной обработки

древесины образуются только низкомолекулярные сахаристые фракции, которые приводят к образованию метанола при спиртовом брожении. Для увеличения выхода этанола при спиртовом брожении необходимо удалять низкомолекулярные фракции сахаров, которые препятствуют процессам спиртового брожения.

## АНАЛИЗ СВЕДЕНИЙ О СОДЕРЖАНИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ Г. ГОМЕЛЯ

*В.М. Лапицкий*

*А.А. Саварин, научный руководитель, канд. биол. наук, доцент*  
Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины  
г. Гомель

Гомель по промышленному потенциалу занимает второе место среди городов Республики Беларусь. Развитая промышленность и сеть транспортных коммуникаций оказывают воздействие на состояние окружающей среды и проживающих горожан (около 500 тыс.). В этой связи мониторинг содержания тяжелых металлов (ТМ) в почве имеет не столько общетеоретическое, сколько практическое значение.

*Цель работы* – оценить полноту имеющейся информации по данному вопросу на основе анализа публикаций в журналах перечня ВАК и тематических научных конференций.

*Объект исследования* – почвы г. Гомеля. *Предмет исследования* – их токсичность.

Нами проанализированы около 30 публикаций соответствующей тематики, сделанных в 2011–2018 гг. шестью специалистами (Н.К. Чертко, Т.В. Макаренко, Н.И. Дроздова, Ю.М. Жученко, В.Г. Свириденко, И.А. Красовская). Содержание ТМ определялось ими двумя методами: атомно-абсорбционной спектрометрией и атомно-эмиссионной спектроскопией [1, 2]. В результате полевых и лабораторных работ учеными получены следующие результаты:

а) было определено содержание в почвах некоторых участков Гомеля таких металлов, как Cd, Co, Cu, Cr, Mn, Ni, Pb, Sn, Ti, V, Zn. Исследования по содержанию V и Co проводились только в 2011 и 2013 гг. в донных отложениях водоемов и водотоков города;

б) содержание таких металлов, как Cd, Cu, Cr, Ni, Pb и частично Zn, превышает допустимые концентрации валовых форм. Эти превышения являются локальными, т.к. зафиксированы в основном в пределах предприятий. Они варьируют у кадмия от 4 до 5 раз, у меди от 7,1 от 12,7 раз. Данные значения превышают ПДК у хрома в 7,9 раза, у никеля в 1,9 раза, у свинца в 2,1 раза, у цинка 4,9 раза. Были обнаружены отрицательные аномалии у V (повсеместно

содержание в донных отложениях меньше кларка элемента в 2,1–6,3 раза) и у Zn (меньше кларка в 2 раза на территории северной промзоны);

в) наибольшие аномалии выявлены на территории предприятий в Железнодорожном и Советском районах, приуроченных к территориям западной и северной промзон соответственно. В этих районах расположены следующие предприятия: «Центролит», «Гомельский химический завод», «Гомсельмаш», «Гомелькабель», «Гомельский завод литья и нормалей», «Ратон» и др.

Следует отметить, что вышеперечисленные ТМ в пределах Гомеля являются основными техногенными загрязнителями, поэтому в проводимых исследованиях наиболее упоминаемы. Однако исследования по содержанию большинства остальных ТМ (а их еще около 40) в пределах города не проводятся, следовательно, они узконаправленные и однотипные.

На основе имеющихся сведений нет возможности сделать комплексный вывод об экологическом состоянии почвенной среды, так как при взаимодействии главных загрязнителей-металлов с остальными может возникать синергический эффект, усиливающий токсическое воздействие почв на биоту. Весомым недостатком также является проведение подавляющего большинства исследований в пределах определенных предприятий, а не всего города, хотя распределение ТМ может отличаться пятнистостью как в промышленных, так и в других функциональных зонах города, причем в количествах, превышающих допустимую концентрацию. Немаловажной проблемой является то, что исследования содержания ТМ в почвах проводятся довольно редко – раз в пять лет.

Помимо содержания ТМ в почве необходимо изучать их накопление в растительном покрове. Так, согласно исследованиям Н.И. Дроздовой, проведенным в летний и осенний периоды, некоторые эфемеры травянистого яруса способны в значительном количестве накапливать тяжелые металлы. Эти данные можно применить для выявления растений с наибольшей поглощающей способностью и широким пределом устойчивости с целью проведения рекультивационных работ, основанных на скашивании, переработке и захоронении насыщенных металлами растений.

Для получения более точных данных о миграции металлов и особенностях их накопления растениями, рекомендуется определять степень загрязнения почв два раза в год – в летний и осенний периоды.

Представляет научную ценность выявление новых видов растений, устойчивых к повышенному содержанию ТМ в почве. Индивидуальные особенности накопления ТМ изучены у целого ряда мезофильных и гидрофильных растений: пырей ползучий, тимофеевка луговая, кострец безостый, молочай лозный, стрелолист обыкновенный, кубышка желтая и рдест плавающий.

Не принижая ценности трудов указанных специалистов, полагаем, что для объективной оценки загрязнения почв Гомеля следует увеличить количе-

ство исследуемых ТМ, проводить отбор проб на всей территории города (а не отдельно взятого района), причем на регулярной основе, а также увеличить количество исследуемых видов растительности, не ограничиваясь только представителями травянистого яруса.

1. Дроздова, Н. И. Содержание и закономерности накопления меди, цинка, кадмия и свинца в почвах промышленной зоны г. Гомеля // Известия Гомельского гос. ун-та им. Ф. Скорины. – 2012. – № 5. – С. 97–103.

2. Чертко, Н. К. Экология почв города Гомеля / Н. К. Чертко, Д. О. Лебедев // Актуальные проблемы биологии и экологии: материалы международной научно-практической конф. (Грозный, 14 мая 2019 г.). – Грозный, 2019. – С. 277–282.

## МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ХИМИИ

*И.М. Мишина*

*М.А. Назарова, научный руководитель, канд. биол. наук*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Дополнительное образование (ДО) школьников является одним из приоритетных направлений развития образования в Вологде, которое в будущем позволит обеспечить познавательный интерес у учащихся и за счет этого поднять качество обучения на новый уровень. Среди всего комплекса учебных школьных предметов дисциплины естественно-научного цикла, и в частности химию, можно выделить в отдельный блок, характеризующийся, с одной стороны, наибольшей привлекательностью для школьников за счет наличия эксперимента, а с другой стороны, сложностью фактического материала при осмыслении экспериментов и необходимостью наличия приборной базы и соответствующего методического обеспечения. Исходя из вышеизложенного, целью данной работы было проанализировать методическое обеспечение ДО по химии в Вологде.

Проблема обеспечения методического сопровождения нередко возникает либо в связи с недостаточностью финансирования, либо из-за недостатка квалифицированных кадров, либо по причине недостаточности времени у педагогических работников [1]. Сложность образовательного процесса состоит еще и в том, что дополнительное образование имеет персонифицированный характер и направлено на удовлетворение интересов каждого ученика.

Для эффективного обучения необходимо определить и детерминировать потребности от планируемой рабочей программы, определить соответствующую

щие литературные источники и выполнить стратегию поиска, подходящую для каждого раздела, провести интерпретацию и анализ результата поиска, критически оценить полученную информацию и систематизировать выбранные источники [1].

Анализ программ дополнительного образования для школьников по химии показал, что методическое обеспечение программ направлено на формирование способностей к самообразованию и саморазвитию, осуществление выбора и принятие решений. Все курсы обучения состоят преимущественно из практических занятий. Изложение теоретического материала осуществляется в процессе выполнения практических заданий. Для реализации программ используются наборы шаро-стержневых моделей; коллекция минералов; коллекция волокон; дидактический материал.

Материально-техническое обеспечение программ заключается в проведении обучения в специально оборудованных аудиториях с использованием современного оборудования, методического фонда. Кабинет химии преимущественно у всех подготовлен в полном соответствии с Санитарно-эпидемиологическими требованиями СанПиН 2.4.4.3172-14 для организации учебного процесса. Для реализации программ заявляется необходимое лабораторное оборудование; интерактивная или классная доска (маркерная или меловая), маркер или мел; подручный материал (провода, пластилин, бумага, счетные палочки, клей и др.), химические реактивы (кислоты, основания, соли, органические вещества, индикаторы и др.); лабораторная посуда (пробирки, бюретки, часовые стекла, фарфоровые чашки, химические стаканы, колбы, пипетки Мора и др.).

Стоит также отметить, что многие школы города, такие как центр образования № 42 и другие, в техническом плане оснащены куда более современной природной базой, нежели ряд организаций, осуществляющих услуги по дополнительному образованию школьников. Таким образом, наиболее правильным выходом является развитие ДО на базе школ, однако в этой связи возникает проблема недостатка времени у учителя и, более важная, психологическая проблема личностного взаимодействия педагога и школьников. К тому же стоит отметить, что химический эксперимент часто бывает опасен и должен проводиться с обязательным соблюдением всех правил техники безопасности в специально оборудованном помещении.

Таким образом, в ходе работы показано, что авторы программ дополнительного образования по химии приводят фрагментарное описание методического обеспечения своих программ. В изученных документах нет четкого описания обеспечения программ методическими видами продукции (разработки игр, бесед, походов, экскурсий, конкурсов, конференций и т.д.); рекомендаций по проведению лабораторных и практических работ, по постановке экспериментов или опытов; отсутствует дидактический и лекционный материалы, ме-

тодики по исследовательской работе, тематика опытнической или исследовательской работы и так далее.

1. Мишина, И. М. Анализ дополнительного образования для школьников по химии в городе Вологде / И. М. Мишина, М. А. Назарова // XIII Ежегодная научная сессия аспирантов и молодых ученых: Т67 материалы межрегиональной научной конференции: в 2 т. / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Вологодский государственный университет, [главный редактор В. Н. Маковеев]. – Вологда : ВоГУ, 2019. – Т. 2 : Социально-гуманитарное направление. – С. 320–322.

## АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ТКАНЯХ ГИДРОБИОНТОВ

*И.Д. Никонова*

*М.А. Назарова, научный руководитель, канд. биол. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Для современного мира характерно продолжающееся загрязнение водных объектов [2], в связи чем является актуальной проблема накопления тяжелых металлов в тканях гидробионтов. В водных экосистемах тяжелые металлы имеют свойство, соединяясь с различными лигандами [1], переходить из ионной формы в связанную, тем самым они становятся высокотоксичными и кумулируются в организме гидробионтов. Последнее, в свою очередь, является риском для всех живых организмов.

Цель работы заключается в исследовании кумуляции тяжелых металлов в мышечной ткани рыб из озера Воже и выявлении влияния половой принадлежности гидробионтов на данное накопление.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- 1) исследовать содержание тяжелых металлов в мышечных тканях рыб, обитающих в озере Воже;
- 2) сравнить полученные значения с предельно-допустимыми;
- 3) оценить гендерное влияние на накопление тяжелых металлов мышечной тканью рыб.

Исследование содержания тяжелых металлов в тканях рыб проводилось у основных промысловых видов озера Воже. Определение тяжелых металлов в тканях гидробионтов проводилось фотоэлектроколориметрическим и инверсионно-вольтамперометрическим методами анализа.

В таблице представлены результаты выполненных исследований.

Таблица

**Содержание тяжелых металлов в мышечной ткани гидробионтов, мг/кг**

Вид	Пол	Fe <sub>общ</sub>	Cu	Zn	Pb	Hg
Судак обыкновенный ( <i>Sander lucioperca</i> )	♀	29,7	0,64	4,89	0,20	0,09
	♂	25	0,64	4,83	0,19	0,09
Налим обыкновенный ( <i>Lota lota</i> )	♀	16,6	0,68	4,36	0,39	0,15
	♂	15,9	0,67	4,37	0,38	0,14
Язь обыкновенный ( <i>Leuciscus idus</i> )	♀	19,5	0,65	3,99	0,05	0,22
	♂	17,2	0,65	4,01	0,05	0,21
Лещ обыкновенный ( <i>Abramis brama</i> )	♀	17,5	1,13	4,07	0,05	0,05
	♂	21	1,11	4,08	0,05	0,05
ПДК, мг/кг		30	10	40	1	0,3
						0,6

Установлены закономерности в накоплении железа общего тканями гидробионтов женского пола следующих видов: судак, налим, язь. При исследовании лещей обнаружена обратная зависимость.

Не удалось выявить четкую зависимость кумуляции меди и цинка мышечной тканью гидробионтов в зависимости от их гендера. При проведении анализов выявлена закономерность: в большей степени свинец кумулируется мышечной тканью самок судака и налима, нежели самцов. Половых особенностей при накоплении свинца лещем и язем не установлено.

Содержание ртути в мышцах самок и самцов различается незначительно.

Полученные результаты показали, что содержание данных тяжелых металлов в тканях рыб находится в пределах нормы.

Таким образом, по результатам исследования можно сделать следующие выводы:

- 1) в мышечной ткани гидробионтов выявлено содержание таких тяжелых металлов, как железо, медь, цинк, свинец, ртуть;
- 2) в целом среднее содержание каждого элемента не выходит за рамки ПДК, хотя присутствуют образцы, накопившие большое количество данных элементов;
- 3) в связи с тем, что в организме гидробионтов, в первую очередь, кумулируются вещества, которые участвуют в физиологических процессах, выявлено следующее: такой тяжёлый металл, как железо, в большинстве накапливается в мышечной ткани самок, что обусловлено активностью металлосодержащих половых гормонов. Не выявлено гендерных особенностей при накоплении цинка и меди мышечной тканью рыб. Свинец, как токсический элемент, в большей степени накапливается в мышцах самок судака и налима, что обусловлено особенностями строения и жизнедеятельности. Содержание ртути в мышцах самок и самцов различается незначительно и находится в пределах нормы, что свидетельствует о благоприятной обстановке водного объекта относительно данного элемента.

1. Барышев, А. А. Особенности биоиндикации загрязнения поверхностных вод тяжелыми металлами / А. А. Барышев, Т.А. Лобанова, А. М. Болдаков // Вестник КГУ им. Н.А. Некрасова. – 2006. – № 8. – С. 12–15

2. Мухаметжанова, З. Т. Современное состояние проблемы загрязнения окружающей среды / З. Т. Мухаметжанова // Гигиена труда и медицинская экология. – 2017. – №2. – С. 11–20

## ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОЕМОВ КРУПНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЦЕНТРА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

*Т.В. Падуро*

*О.В. Ковалёва, научный руководитель, канд. биол. наук, доцент*

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины  
г. Гомель

Водоемы в городской черте – это не только элемент ландшафта. Это – возможность единения с природой, отдыха, рыбалки, расслабления, восстановления перед рабочей неделей и т.д. Однако мало кто задумывается, что вот именно такой «отдых» способен создать массу проблем для экосистемы водоема – не убранный после себя мусор, остатки кострищ, вытопанная растительность, брошенный в воду пластик, мытье машин и ковров (мы имеем зафиксированные случаи) в прибрежной полосе и прочее.

Исследования проводились в течение 2018–2019 гг. на 9 водоемах, расположенных в черте крупного промышленного центра Республики Беларусь (г. Гомеля) и подверженных различным видам антропогенного воздействия: цели рекреации, сброс ливневых и производственных сточных вод (табл.) и др. Гидрохимические исследования проводили по общепринятым методикам. Сравнение концентраций загрязняющих водоемы веществ осуществляли с предельно допустимыми концентрациями (ПДК) для поверхностных водных объектов, установленных Постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь [1].

Гидрохимические исследования проводились по 12 компонентам (табл.). Полученные результаты показывают, что в различные периоды исследований во всех водоемах отмечаются повышенные значения содержания железа общего (зарегистрированные превышения – 1,8–3,2 ПДК) и аммоний-иона (1,03–1,39 ПДК). В восьми из исследованных водоемах (89 %) регистрируется превышение ПДК по нитрит-иону в 1,084–1,79 раза, в пяти (55 %) – по нефтепродуктам в 1,04–1,62 раза, в четырех (45 %) – по фосфат-иону в 1,02–1,32 раза, в трех (33 %) в летний период – величин БПК<sub>5</sub> в 1,01–1,05 раза. Превышение ПДК по СПАВ в 1,2 раза зарегистрированы только в озерах, принимающих сточные воды (Дедно

и Шапор). В них же отмечено повышенное содержание цинка – 1,4 и 1,2 ПДК соответственно.

За период исследований не отмечено превышение содержания в воде изученных водоемов нитрат-, сульфат- и хлорид-ионов. В озерах Дедно и Шапор имеют случаи снижения концентрации растворенного в воде кислорода соответственно в 1,35–2,03 и 1,18–1,76 раза ниже допустимого предела.

В целом результаты исследований показывают, что городские водоемы испытывают на себе антропогенную нагрузку, которая отражается на их гидрохимических характеристиках.

Таблица

**Характеристика водоемов и результаты исследований**

Характеристика	Водоемы								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Вид антропогенного воздействия	РИ, ЛВ, ПС	РИ, ПВ, ПС	РИ, ПС	РИ, ПС	РИ, ПС	РИ, ПС	РИ, ПС	РИ, ПС	РИ, ПС
Растворенный кислород, мг/дм <sup>3</sup>	2,96–7,4	3,4–7,2	5,8–7,8	5,4–8,2	7,2–8,4	4,4–8,3	6,7–8,1	6,8–8,9	5,9–8,5
БПК <sub>5</sub> , мг/О <sub>2</sub> дм <sup>3</sup>	4,1–6,3	3,7–6,1	2,9–5,7	2,4–4,9	2,7–5,3	2,8–5,1	3,7–6,01	4,5–5,8	3,7–4,9
Аммоний-ион, мг/дм <sup>3</sup>	0,22–0,51	0,34–0,54	0,19–0,42	0,25–0,44	0,37–0,45	0,38–0,47	0,18–0,41	0,22–0,40	0,27–0,46
Железо общее, мг/дм <sup>3</sup>	0,18–0,43	0,24–0,36	0,19–0,31	0,17–0,28	0,14–0,29	0,19–0,33	0,11–0,36	0,22–0,31	0,18–0,24
Нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>	0,052–0,081	0,044–0,069	0,029–0,068	0,032–0,061	0,021–0,043	0,035–0,052	0,020–0,039	0,034–0,046	0,027–0,035
Нитрат-ион, мг/дм <sup>3</sup>	2,08–6,12	1,17–6,72	1,11–4,76	1,15–3,78	0,98–2,67	1,98–5,13	1,04–3,18	0,75–2,18	1,34–3,12
Нитрит-ион, мг/дм <sup>3</sup>	0,017–0,039	0,021–0,043	0,011–0,026	0,014–0,030	0,009–0,018	0,014–0,029	0,016–0,030	0,010–0,028	0,122–0,034
СПАВ, мг/дм <sup>3</sup>	0,06–0,12	0,04–0,12	0,03–0,07	0,02–0,04	0,01–0,02	0,06–0,09	0,04–0,08	0,01–0,03	0,02–0,03
Сульфат-ион, мг/дм <sup>3</sup>	23,0–48,4	25,6–39,8	18,8–22,6	24,7–33,5	26,1–29,7	24,9–35,6	19,47–24,8	26,4–33,1	19,2–28,3
Фосфат-ион, мг/дм <sup>3</sup>	0,059–0,087	0,062–0,075	0,021–0,056	0,038–0,061	0,011–0,018	0,041–0,072	0,024–0,065	0,029–0,037	0,042–0,067
Хлорид-ион, мг/дм <sup>3</sup>	88,5–93,2	72,6–88,1	45,5–71,3	52,3–69,7	45,2–57,8	44,8–72,1	39,5–51,6	62,2–78,4	54,7–62,1
Цинк, мг/дм <sup>3</sup>	0,08–0,14	0,06–0,12	0,05–0,09	0,06–0,10	0,005–0,009	0,05–0,08	0,009–0,04	0,017–0,08	0,011–0,013

Примечание.

1) Цифрами обозначены: 1 – озеро Дедно, 2 – озеро Шапор, 3 – Волотовское озеро, 4 – озеро «Бурое болото», 5 – озеро «Мельников луг», 6 – озеро Любенское, 7 – пруд у инфекционной больницы, 8 – пруд «17-ый карьер», 9 – пруд «9-ый карьер».

2) Условные обозначения: РИ – рекреационное использование, ЛВ – сброс ливневых сточных вод, ПВ – сброс производственных сточных вод, ПС – поверхностный сток.

Особенно отчетливо это влияние прослеживается на озерах, принимающих ливневые и производственные сточные воды.

1. Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь 30 марта 2015 г. № 13. – Режим доступа: [http://www.pravo.by/upload/docs/op/W21529808\\_1429909200.pdf](http://www.pravo.by/upload/docs/op/W21529808_1429909200.pdf). – Дата доступа: 05.04.2020.

## ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ОКИСЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В РАМКАХ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*Д.С. Родыгин*

*М.А. Назарова, научный руководитель, канд. биол. наук,  
Л.М. Воронай, научный руководитель, канд. хим. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Одним из приоритетных направлений модернизации школьного образования является внедрение в учебный процесс практико-ориентированных занятий, на которых школьников знакомят не только с теорией современных технологий, но и с экспериментальными исследованиями, в которых они сами участвуют. В связи с этим на кафедре химии ВоГУ организован совместно с департаментом Вологодского района практикум для обучающихся 9–11 классов Огарковской и Новленской школ Вологодской района, целью которого является ознакомление учащихся с особенностями процессов окисления органических соединений коронным разрядом, которые находят применение в различных производственных условиях.

Для достижения цели были поставлены задачи перед участниками проекта:

1) изучить теорию о разных видах электрических разрядов (искровой, коронный, дуговой) и о процессах, которые возникают в газовой среде под их влиянием;

2) экспериментальным путем с помощью лабораторной ионизационной камеры исследовать особенности процессов окисления коронным разрядом газовых сред, содержащих фракции органических растворителей: гексана, толуола, ксилола;

3) ознакомиться с методиками определения эффективности окисления органических фракций с помощью современных методов анализа: фотоэлектрометрический, титриметрический;

4) на основании полученных экспериментальных данных установить зависимость влияния химического состава и строения исследуемых модельных систем на эффективность окисления.

При выполнении работы участники эксперимента ознакомились с принципом действия лабораторной установки для отбора проб и окисления. Схема установки представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Схема выполнения эксперимента

Были подготовлены образцы исследуемых органических веществ, которые аспирированы через ионизационную систему. При выполнении эксперимента опытным путем подбирались условия окисления: расстояние между электродами, скорость аспирации, состав газовой смеси.

Участники проекта ознакомились с основными характеристиками, влияющими на безопасность процессов окисления: летучесть, температуры вспышки и самовоспламенения [1].

При выполнении эксперимента были получены результаты, которые представлены на рисунках 2 и 3.

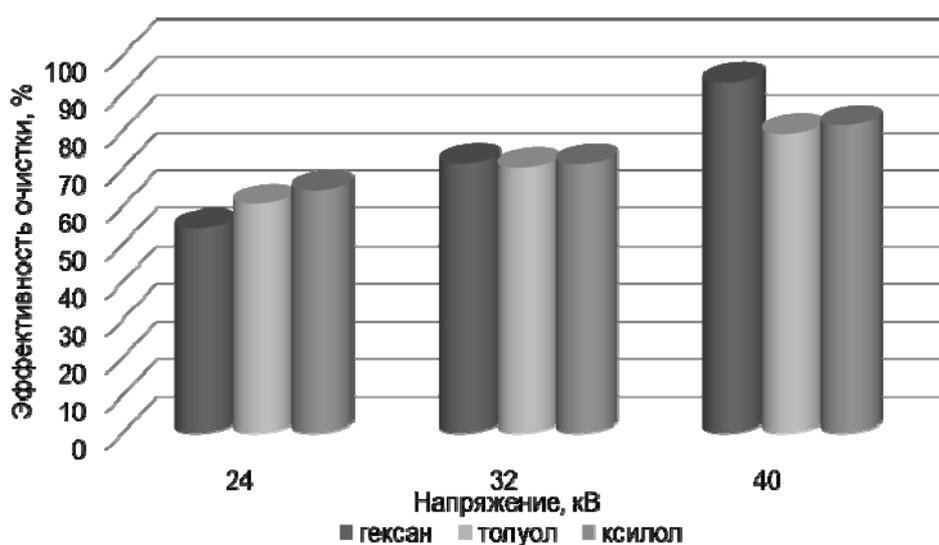


Рис. 2. Зависимость эффективности окисления от напряжения

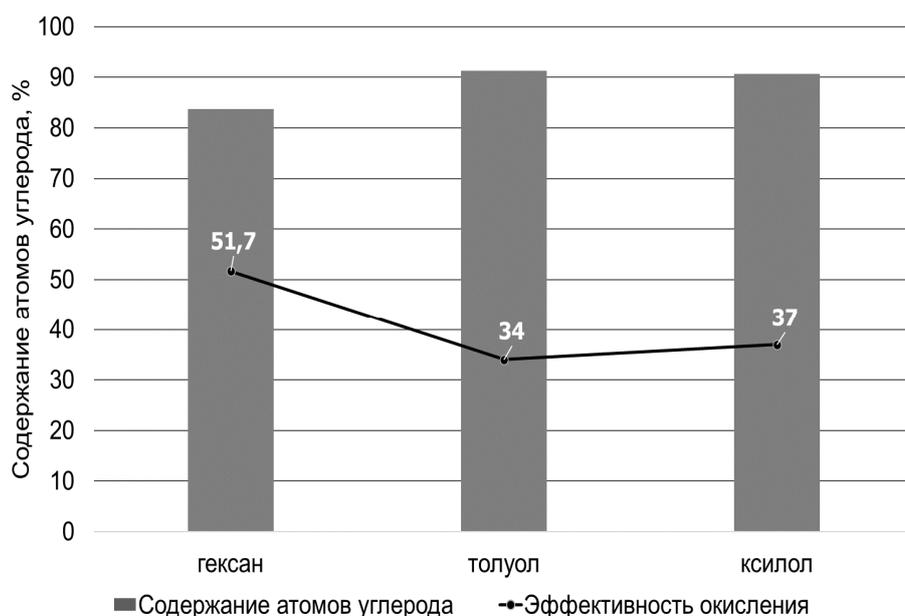


Рис. 3. Зависимость эффективности окисления от содержания атомов углерода

Было установлено, что максимальная эффективность окисления характерна для гексана, молекулы которого имеют линейное строение и все атомы углерода находятся в состоянии  $sp^3$ -гибридизации. Для ароматических соединений – толуола и ксилола – эффективность окисления меньше, так как атомы находятся в  $sp^2$ -гибридном состоянии и связи  $C=C$  являются более прочными за счет образования  $\pi$ -системы.

Установлена зависимость эффективности окисления от количественного состава – чем больше содержание атомов углерода, тем меньше эффективность окисления.

Таким образом, участники эксперимента провели исследования по данной теме. Следует отметить, что обучающиеся знакомились не только с химическими явлениями, но и физическими, и экспериментально подтвердили зависимость между всеми процессами, протекающими в природе.

На основании проведенной работы были сделаны выводы:

- 1) проектно-исследовательская работа благоприятствует саморазвитию личности обучающихся;
- 2) определены физические характеристики растворителей, влияющие на особенности окисления;
- 3) экспериментальным путем установлена зависимость эффективности окисления от технологических параметров.

1. Кинетические характеристики процессов очистки опасных органических соединений с помощью коронного разряда / А. М. Щербина, А. В. Аверьянов, Л. М. Воропай, Е. Б. Гительман // Экологические системы и приборы. – 2016. – № 3. – С. 10–16.

## ВЛИЯНИЕ КАВИТАЦИИ НА ЭКСТРАГИРОВАНИЕ РАСТВОРИМЫХ ФРАКЦИЙ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

*А.П. Селивановская*

*Л.М. Воронай, научный руководитель, канд. хим. наук, доцент,*

*О.Б. Кузнецова, научный руководитель, канд. хим. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В промышленности для активации технологических процессов при обработке растительного сырья используется энергия кавитации. В ранее выполненных исследованиях было установлено, что под действием низкочастотного ультразвука происходит увеличение температуры, изменения характера среды, следствием чего является увеличение скорости протекания химических реакций в обрабатываемых средах, включая обменные и окислительно-восстановительные реакции (ОВР). Однако до сих пор не установлено влияние ультразвуковых колебаний на изменение химического состава экстрагируемых веществ и их биологическую активность. В связи с этим поставлена цель – исследовать влияние ультразвука на окислительно-восстановительные и обменные реакции, протекающие в органических веществах, содержащих функциональные группы, которые легко окисляются, например гидроксо- и карбонильные группы.

В качестве объекта исследования выбран витамин С – аскорбиновая кислота, которая в большом количестве содержится в плодах лимонов.

Предмет исследования – влияние ультразвука на изменение химического состава экстрагируемого вещества.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

1. Экспериментальное определение условий озвучивания исследуемых объектов (температура, время, число кавитации).

2. Установление влияния условий озвучивания на концентрацию аскорбиновой кислоты в экстрактах.

3. Анализ результатов и практические выводы.

Изменение концентрации витамина С определяли титриметрическим методом. В качестве титранта использовали раствор 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия, который в присутствии витамина С переходит в восстановленную форму, при этом развивается розовая окраска раствора. Концентрацию витамина С рассчитывали по формуле:

$$C = \frac{T \times (V_1 - 0,03) \times 1000}{V_2},$$

где С – концентрация витамина С, мг/л; Т – титр титранта;  $V_1$  – объем титранта, пошедшего на титрование проб, мл; 0,03 – коэффициент поправки на степень чистоты реактивов; 1000 – коэффициент пересчета объема пробы в 1 л;  $V_2$  – объем пробы, взятый для титрования, мл.

Работа проводилась в три этапа. Для определения влияния ультразвука на изменение химического состава экстрактов, содержащих органические соединения (витамин С), проводили три параллельных опыта с повторяемостью каждой пробы три раза. Образцы лимона отбирали массой 30 г. Первые три образца в качестве эталона помещали в дистиллированную воду и выдерживали в стационарных условиях в течение 5, 10, 15, 20, 25 минут. Вторую группу образцов помещали также в дистиллированную воду и обрабатывали низкочастотным ультразвуком в течение 5, 10, 15, 20, 25 минут. Через указанные промежутки времени определяли конечную температуру среды и число кавитации. Третью группу образцов помещали в дистиллированную воду, нагретую до температуры, соответствующей температуре среды после озвучивания через 5, 10, 15, 20, 25 минут. После экстракции и фильтрования определяли содержание витамина С в исследуемых пробах. Результаты эксперимента представлены в таблице.

Таблица

### Влияние ультразвука на изменение концентрации витамина С

Время, с	УЗ обработка					Термическая обработка					Комнатная температура без УЗ				
	5	10	15	20	25	5	10	15	20	25	5	10	15	20	25
Температура, °С	30	48	54	79	85	30	48	54	79	85	22	22	22	22	22
С, мг/л	69	138	233	460	583	43	97	154	199	248	40	93	166	212	312

Анализ результатов показывает, что только при комнатной температуре происходит процесс экстрагирования витамина С без нарушения его структуры. Наблюдается постепенное увеличение концентрации кислоты от 40 до 312 мг/л. При озвучивании кроме экстрагирования протекают процессы изменения химического состава обрабатываемой среды, начиная с температуры 80–90 °С. При этой температуре концентрация аскорбиновой кислоты в экстрактах увеличивается незначительно. За счет повышения температуры и изменения рН-среды, вероятно, в обрабатываемых средах протекают окислительно-восстановительные реакции. Влияние температуры на процессы протекания ОВР аскорбиновой кислоты подтверждено экспериментально. Результаты показывают, что при повышении температуры от 30 до 54 °С наблюдается резкое увеличение концентрации витамина С. При дальнейшем повышении температуры до 85 °С одновременно с процессами экстрагирования происходит разрушение витамина С и уменьшение его концентрации в растворе.

Таким образом, результаты свидетельствуют, что ультразвуковая обработка ускоряет физический процесс экстрагирования витамина С из образцов лимона. За счет повышения температуры и изменения характера среды при УЗО происходят окислительно-восстановительные процессы, в результате которых восстанавливаются альдегидные группы до гидроксогрупп. Установлена минимальная температура (50–55 °С), при которой эти процессы начинаются.

## ПОЛУЧЕНИЕ МИКРОЦЕЛЛЮЛОЗЫ УЛЬТРАЗВУКОВЫМ СПОСОБОМ

*В.Э. Скакалин, М.Ф. Садуллоева*

*Л.М. Воронай, научный руководитель, канд. хим. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Одним из продуктов глубокой переработки не востребуемых отходов древесины является микроцеллюлоза, которая находит применение в пищевой, парфюмерной и фармацевтической промышленности. Типовыми способами получения микроцеллюлозы являются обработка измельченной древесины смесью соляной, азотной и серной кислот, а также гидролиз древесины с помощью солей азотной кислоты. К недостаткам существующих способов относятся сложность и многостадийность технологических процессов, которые предусматривают 6–8-часовое кипячение исходной смеси, а также проблемы, возникающие при очистке промышленных стоков, неэкологичность процесса и большой расход воды. Качество микроцеллюлозы зависит от содержания лигнина и низкомолекулярных сахаристых фракций.

Для устранения данных недостатков поставлена цель: разработать новый ультразвуковой способ обработки древесины для получения микроцеллюлозы. Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи: патентный и литературный поиск, экспериментальное определение технологических параметров (время, температура, число кавитации), обработка результатов, практические выводы.

Объект исследования – отходы древесины (ель и сосна). Предмет исследования – ультразвуковой способ получения микроцеллюлозы.

Новый способ предусматривает двухступенчатую обработку не востребуемых древесных отходов в виде щепы или опилок: стационарная обработка в 20 % растворе гидроксида калия в течение 1–1,5 ч при температуре 40–50 °С для удаления эфирных фракций; фильтрование и последующая обработка опилок и древесной муки в ультразвуковом реакторе контактного типа в растворе двойного оксалата калия концентрацией 1 моль на литр и рН-среды 12,8.

Экспериментальным путем определены условия технологического процесса: оптимальные пропорции между твердой и жидкой фракциями составляют 1:5 об.д.; число кавитации 900–1000; время озвучивания – 20–35 мин, температура – 80–85 °С.

Эффективность экстрагирования сахаристых фракций, по которым определяют индекс кристалличности, рассчитывается по формуле:

$$PB = \frac{bV_b \times 100}{V_1 \times g},$$

где  $b$  – количество сахара, соответствующее объему раствора перманганата калия, пошедшего на титрование пробы;  $V_b$  – объем воды, использованный

для приготовления водной вытяжки;  $V_1$  – объем водной вытяжки;  $g$  – навеска сухой древесины.

Результаты эксперимента представлены в таблице.

Таблица

**Зависимость эффективности вымывания сахаристых фракций от условий кавитации**

Номер образца	Фракционный состав	Условия	Содержание сахаристых фракций %					
			10 мин	15 мин	20 мин	25 мин	30 мин	40 мин
1	10 г опилок + 40 г муки	Замачивание	0,015	0,047	0,074	0,081	0,081	-
		Без замачивания	0,009	0,021	0,042	0,049	0,079	-
2	20 г опилок + 30 г муки	Замачивание	0,012	0,039	0,065	0,074	0,075	0,082
		Без замачивания	0,005	0,018	0,032	0,043	0,045	0,049
3	30 г опилок + 20 г муки	Замачивание	0,009	0,029	0,051	0,069	0,071	0,078
		Без замачивания	0,007	0,011	0,029	0,037	0,039	0,045
4	40 г опилок + 10 г муки	Замачивание	0,005	0,027	0,049	0,067	0,070	0,076
		Без замачивания	0,004	0,01	0,025	0,032	0,035	0,035
5	50 г муки	Замачивание	0,02	0,052	0,081	0,087	0,087	-
		Без замачивания	0,009	0,032	0,075	0,082	-	-
6	50 г опилок	Замачивание	0,008	0,025	0,047	0,065	0,071	0,075
		Без замачивания	0,003	0,018	0,032	0,047	0,061	0,062

Результаты свидетельствуют, что степень вымывания, а следовательно, и качество микроцеллюлозы зависит от времени озвучивания, температуры и фракционного состава отходов древесины. Чем больше степень измельчения древесных фракций, тем выше эффективность вымывания сахаров. Максимальная эффективность вымывания составляет 0,087 % при применении муки; время озвучивания – 25 мин, число кавитации – 850. При увеличении содержания опилок необходимо проводить кавитацию в течение 30–35 минут. При предварительном замачивании древесных фракций в растворе гидроксида калия сокращается время озвучивания до 25 минут при высоком экстрагировании сахаристых фракций.

Таким образом, экспериментальным путем установлена зависимость эффективности экстрагирования сахаристых фракций от условий обработки. Доказана необходимость предварительной стационарной обработки в 20 % рас-

творе гидроксида калия древесной фракции. Внедрение этого способа позволяет сократить время озвучивания, температуру обработки, что обеспечивает снижение энергетических затрат. Характеристика полученных образцов микроцеллюлозы соответствует требованиям к порошкообразной микроцеллюлозе.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МУКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ

*Д.А. Ходова*

*И.С. Питюрина, научный руководитель, канд. с.-х. наук  
Академия ФСИН России  
г. Рязань*

В настоящее время одной из наиболее острых проблем для малотоннажного производства муки является несоответствие параметров, определяющих хлебопекарные свойства получаемой продукции, с требованиями стандарта.

Причин такого несоответствия несколько. Во-первых, низкое качество зерна, которое перерабатывают. Истощение почв, климатические условия, высокое содержание органических и минеральных примесей в зерне негативно влияют на качество муки.

Второй причиной является отсутствие в большинстве агрегатных мельниц полноценного очистительного отделения, что приводит к ухудшению качества обработки.

Цель исследования – изучение влияния гидротермической обработки зерна пшеницы на показатели качества муки.

Этот способ предусматривает увлажнение зерна при повышенной температуре, за счет чего происходит разрыхление эндосперма и образование микротрещин. При этом возрастает извлечение эндосперма при размоле зерна, увеличивается выход муки высшего сорта до 65 %, снижаются энергетические затраты.

Установлено, что под действием гидротермического способа обработки изменяются хлебопекарные свойства муки. Увеличивается газообразующая и газодерживающая способность муки, что влечет за собой улучшение ее качества и в дальнейшем выпечки хлеба хорошего качества. В связи с этим тема исследований является весьма актуальным вопросом.

В качестве объекта исследований была выбрана пшеница мягких сортов.

В работе решаются следующие задачи:

1. Теоретическое ознакомление с существующими показателями гидротермической обработки зерна.

2. Экспериментальная гидротермическая обработка зерна пшеницы холодным кондиционированием.

3. Анализ полученных результатов и установление зависимости между показателями свойств муки от способа обработки.

Гидротермическая обработка осуществлялась холодным кондиционированием – зерно увлажняется водой и отволаживается в бункерах в течение определенного времени для изменения его структурно-механических и биохимических свойств. Благодаря воздействию влаги, температуры, а также отволаживанию снижается стекловидность зерна, повышается степень разрыхления эндосперма, под влиянием развивающихся биохимических процессов происходит перераспределение химических веществ по анатомическим частям зерна [1, 2].

Работа проводилась в два этапа. На первом этапе зерна пшеницы увлажняли до 12, 14, 16 %. На втором этапе устанавливали зависимость между качественными показателями стекловидности зерен и степенью увлажнения.

Установлено, что качественный показатель стекловидности зерна при увеличении влажности уменьшается от 46 до 40 %, что свидетельствует об интенсификации процесса образования микротрещин, которые при определении данного показателя меняют оптические свойства зерновки и при просвечивании на диафаноскопе делают ее менее прозрачным. Она составила 46, 44, 40 % при влажности 12, 14, 16 % соответственно.

Экспериментальные исследования показали, что после увлажнения зерна наблюдается снижение натурной массы зерна пшеницы. Это свидетельствует о том, что при увлажнении оно увеличивается в размерах (происходит процесс набухания). Но при этом с увеличением скважистости зерновой массы уменьшается плотность укладки, т.е. в единице объема с изменением физических свойств зерна, а именно увеличением силы трения зерна по зерну, укладывается меньшее количество зерновок, что в свою очередь уменьшает натурную массу.

Проведенный размол зерна и определение выхода муки показал, что гидротермическая обработка оказывает существенное влияние на выход муки. Выход сортовой муки из зерна опытных вариантов также увеличивается с увеличением увлажнения. Это связано с увеличением гидратационной активности воды, при которой разрушаются микроструктуры зерна, что облегчает вымалываемость оболочек и измельчение эндосперма. Максимальный выход сортовой муки отмечен при степени увлажнения 16 % с температурой нагрева зерна 20 °С и длительностью отволаживания 10 часов и составляет 78 %, тогда как максимальный выход контрольного варианта составляет 72% при влажности 14 %.

В ходе проведенных исследований установлено, что повышение качества муки непосредственно связано с показателем влажности исходного сырья. Фактор увлажнения активизирует все сложные физико-биологические изме-

нения в зерне, в результате которых улучшаются его технологические свойства. Температурный фактор способствует ускорению протекания процессов, изменению качества клейковины.

1. Анисимова, Л. В. Исследование способа гидротермической обработки зерна проса без пропаривания / Л. В. Анисимова, Е. Я. Некрасова // Ползуновский альманах. 1999. – № 3. – С. 104–105.

2. Казаков, Е. Д. Биохимия зерна и продуктов его переработки / Е. Д. Казаков, В. Л. Кретович. – Москва : Агропромиздат, 1989. – 368 с.

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ МОДИФИКАЦИИ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТОНАЦИОННОГО НАНОАЛМАЗА ИОНАМИ ГАДОЛИНИЯ

*А.С. Чижикова<sup>1</sup>, Е.Б. Юдина<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)

<sup>2</sup>Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН  
г. Санкт-Петербург

Детонационные наноалмазы (ДНА) получают путем детонации взрывчатых веществ [1]. Наличие на их поверхности функциональных (карбоксилатные, гидроксильные) групп позволяет проводить модификацию частиц ДНА различными ионами металлов. Например, модификация ДНА ионами гадолиния расширяет возможности их применения в МРТ и др. Однако нахождение Gd на поверхности ДНА увеличивает размер частиц контрастного агента, что ограничивает их медицинское применение [2]. Существующая технология получения суспензий ДНА-Gd не позволяет получать ДНА с относительно малым содержанием Gd (около 1 иона на частицу), поэтому имеется необходимость в ее дополнении.

Цель работы – разработка технологии модификации поверхности детонационного наноалмаза контролируемым содержанием ионов гадолиния для получения устойчивых суспензий.

Модификацию поверхности ДНА проводили путем смешивания гидрозоля ДНА с 1 М водным раствором  $Gd(NO_3)_3$  в ультразвуковой ванне. Осуществляли центрифугирование образца и декантацию (Образец 1); центрифугирование, декантацию, ультразвуковую обработку (Образец 2). Для получения порошка проводили отгонку растворителя в вакууме.

Методы анализа образцов: гравиметрический; динамического рассеяния света; рентгено-энергодисперсионный; ИК-спектроскопия (табл.).

Таблица

**Физико-химический анализ суспензии ДНА с поверхностью,  
модифицированной ионами гадолиния**

Характеристика образца	Образец 1	Образец 2
Концентрация суспензии, М	0,083	0,119
Средний размер частиц, нм	73,11	73,51
Содержание Gd <sup>3+</sup> , мас. %	0,87–2,46	0,07–0,1
Число Gd <sup>3+</sup> на частицу	5-15	Не превышает 1

Таким образом, проведение ультразвуковой обработки после центрифугирования и декантации образца позволяет получать детонационный наноалмаз с поверхностью, модифицированной меньшим числом ионов гадолиния и с более равномерным распределением по поверхности.

1. Детонационные наноалмазы. Технология, структура, свойства и применения / под ред. А. Я. Вуля, О. А. Шендеровой, 2016. – 384 с.

2. Panich, A. M. The Journal of Physical Chemistry C. 2019. – V. 123. – P. 2627–2631.

**ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ  
НА ИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА**

*О.С. Юхтарова, Ю.А. Дурягина*

*Л.М. Воронай, научный руководитель, канд. хим. наук, доцент,  
А.А. Сеницын, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет  
г. Вологда

В настоящее время при производстве теплоизоляционных материалов (ТИМ) используют торфяные смеси, включающие торф, высокомолекулярные органические вещества и неорганические добавки. Патентный поиск свидетельствует, что торфяные плиты, полученные без добавок, не соответствуют требованиям к эксплуатационным характеристикам [1].

Известно, что эксплуатационные характеристики ТИМ зависят от их химического состава и технологии изготовления. Включение разных видов органических и неорганических примесей влияет на коэффициент теплопроводности, механическую прочность и плотность. Поэтому целью работы является установление зависимости между эксплуатационными характеристиками теплоизоляционных материалов, полученных на основе торфа и разных видов добавок.

При этом решаются следующие задачи: экспериментальный подбор оптимального состава теплоизоляционной смеси (ТИС), который обеспечивает значения коэффициента теплопроводности, плотности, прочности, соответствующие требованиям ГОСТа; определение температуры и времени структурообразования ТИМ; исследование полученных образцов на основные характеристики.

Объект исследования – новый состав композиционной смеси, обеспечивающий получение ТИМ с улучшенными свойствами.

При проведении эксперимента пользовались современными методами анализа: метод стационарного теплового потока, метод определения предела прочности при сжатии, метод определения плотности. Коэффициент теплопроводности определяли в соответствии с требованиями ГОСТ 7076-99. Призмennую прочность и удельную плотность определяли в соответствии с требованиями ГОСТ 17177-94.

В отличие от существующих способов, торф предварительно увлажняют паром при температуре 100–105 °С и после увлажнения готовят пять групп смесей с различным составом, представленным в таблице 1.

Таблица 1

### Состав композиционной смеси для производства ТИМ

Состав исходной смеси	№ образца				
	1	2	3	4	5
Верховой торф (недиспергированный), %	60	62,5	62,5	-	-
Низинный торф (недиспергированный), %	-	-	-	40	55
Строительный гипс, %	5	-	-	-	-
Оксид кальция, %	-	-	-	20	-
Цемент, %	-	-	12,5	-	-
1 – древесные опилки, 2 – древесная мука, 3 – древесная зола	1 – 15	-	1 – 12,5	2 – 20	1,3 – 30
Полимеры: 1 – кремнийорганический, 2 – фторсодержащий, 3 – поливинилацетатный, 4 – силикатный	1 – 15	2 – 37,5	3 – 12,5	3 – 15	4 – 15
Вода, %	5	-	-	5	-

После замеса, смеси формуются и изготавливаются образцы, которые подвергаются тепловой обработке при постепенном повышении температуры до 105 °С в течение 2 часов для образования более упорядоченной структуры. После охлаждения проводят испытания образцов для определения их эксплуатационных характеристик. Результаты испытаний представлены в таблице 2.

Таблица 2

**Эксплуатационные характеристики ТИМ**

Физико-механические свойства	№ образца				
	1	2	3	4	5
Коэффициент теплопроводности, Вт/м·°С	0,044	0,039	0,232	0,064	0,122
Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	227	235	657	527	844
Прочность при сжатии, МПа	1,29	1,67	1,62	1,64	2,0

Результаты свидетельствуют, что образцы, полученные из смесей 3 и 5, имеют высокие значения коэффициента теплопроводности и удельной плотности, превышающие требования ГОСТа, следовательно, при производстве ТИМ не рекомендуется добавлять цемент и силикатный полимер.

Образцы, полученные из смесей 1 и 2, в которых большое количество содержания торфа и отсутствует оксид кальция и цемент, имеют значения коэффициента теплопроводности и средней плотности, соответствующие требованиям ГОСТа.

Образцы, полученные из состава 4, имеют повышенную плотность и высокую механическую прочность и могут быть использованы в качестве теплоизолятора и эксплуатационных материалов.

Введение в образцы древесного наполнителя в виде опилок и муки, способствует уменьшению коэффициента теплопроводности и удельной плотности. В то же время замена древесных опилок на древесную муку вызывает увеличение значений вышеуказанных характеристик.

Таким образом, доказано, что изменение химического состава смеси вызывает также изменения их характеристик.

1. Юхтарова, О. С. Зависимость физико-механических свойств композиционно-теплоизоляционных материалов от структуры торфа и его содержания в композите // Материалы XVI Международной научно-практической конференции «Стратегические вопросы мировой науки». 7–15 февраля 2020 г. Т. IV: Химия. Химические технологии. Д., 2020.

## КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ И КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ МИКРООРГАНИЗМОВ В ЭКСТРАКТАХ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА МАРЕВЫЕ

*Х.К. Алдамова*

*С.В. Еремеева, научный руководитель, канд. биол. наук,*

*Т.С. Ершова, научный руководитель, канд. биол. наук*

Астраханский государственный технический университет  
г. Астрахань

Растения накапливают в своих тканях мощный арсенал защитных веществ, необходимых для выживания в непредсказуемых условиях окружающей среды и в агрессивном соседстве с патогенными бактериями и вирусами [1]. На территории Астраханской области наиболее распространенным представителем семейства Chenopodiaceae является лебеда татарская (*Atriplex tatarica*). Экологическая валентность этого вида растения свидетельствует о том, что их микрофлора обладает антибактериальными и фунгицидными свойствами и способствует формированию иммунитета у этих растений.

На основании вышесказанного целью работы являлось определить количественный и качественный состав микроорганизмов водных и спиртовых экстрактов из листьев одного вида растений семейства Маревые (Chenopodiaceae) Астраханской области.

Объектами исследования являлись водные и спиртовые экстракты из листьев лебеды татарской – *Atriplex tatarica*.

При определении количественного и качественного состава микроорганизмов в экстрактах использовали чашечный метод Коха [2]. Учитывая колонии микроорганизмов, выросших на питательной среде, определяли количество КОЕ в 1 г.

В водных экстрактах из листьев лебеды татарской обнаружены  $\Gamma^-$  неспорообразующие и  $\Gamma^+$  неспорообразующие палочки. В экстрактах листьев наиболее часто встречающимися микроорганизмами являются  $\Gamma^-$  неспорообразующие палочки (рис.).

Качественный состав микроорганизмов спиртовых экстрактов представлен лишь  $\Gamma^-$  неспорообразующими палочками, причем в экстракте из листьев лебеды татарской их в 3 раза больше, чем в экстракте из листьев мари белой. Это доказывает устойчивость этих микроорганизмов к спирту.

На листьях постоянно обитают микромицеты, формирующие сообщества определенной структуры. Особенности формирования микобиоты филлопланы растений определяется экологической ситуацией на конкретных территориях [1]. Видовой состав микромицетов, выросших при посеве водного экстракта из листьев лебеды, представлен следующими видами: *Aspergillus niger*, *A.*

*nidulans*, *Mucor sp.*, *Penicilium sp.* Среди микромицетов часто встречающимися видами являются микромицеты родов *Aspergillus* и *Penicilium*.

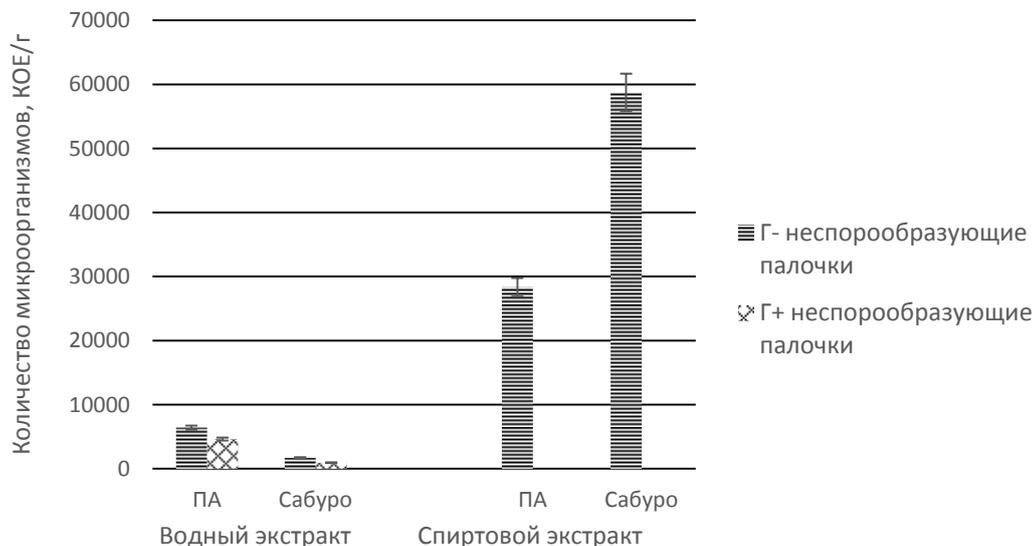


Рис. Качественный состав микроорганизмов водных и спиртовых экстрактов из листьев лебеды татарской (*Atriplex tatarica*)

В водном экстракте из листьев лебеды татарской доминируют *A. Niger* (37 %) и микромицеты рода *Penicilium* (27 %). Реже всех встречается *A. nidulans* (16 %). В ходе микробиологических исследований спиртовых экстрактов из листьев лебеды татарской микромицеты не обнаружены.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- микробный состав водного экстракта из листьев растений представлен Г<sup>-</sup>неспорообразующими палочками и Г<sup>+</sup>неспорообразующими палочками, а спиртового – лишь Г<sup>-</sup>неспорообразующими палочками;
- состав микромицетов водного экстракта из листьев растений представлен следующими видами: *Aspergillus niger*, *Aspergillus nidulans*, *Mucor sp.*, *Penicilium sp.*;
- в спиртовом экстракте из листьев растений микромицеты не выявлены.

1. Ананьева, Е. П. Морфо-биологическая характеристика основных групп бактерий: учебное пособие. – Санкт-Петербург, 2004. – 111 с.

2. Теппер, Е. З. Практикум по микробиологии: учебное пособие для вузов. – Москва : Дрофа, 2004. – 249 с.

## ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ СПОРТСМЕНОК–ФУТБОЛИСТОК

*Д.А. Веселова*

*Е.Л. Белова, научный руководитель, канд. биол. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В практике спортивной медицины в последнее время с целью диагностики функционального состояния все шире применяются гипоксические функциональные пробы [2]. Поскольку гипоксия тканей является узловым звеном патогенеза многих функциональных нарушений, возникающих в организме при воздействии экстремальных средовых факторов, определение переносимости гипоксического воздействия может быть критерием резистентности организма к внешним воздействиям, что обосновывается авторами повышением эффективности использования кислорода и возрастанием функциональных резервов кислородо-транспортных систем организма. Гипоксические пробы дают возможность оценить адаптацию человека к гипоксии и гипоксемии, скорость протекания обменных процессов, выносливость сердца, функциональное состояние организма в целом.

Мини-футбол – ациклический вид спорта, где игрокам приходится выполнять постоянную смену направления с большим ускорением. Специфическая аэробно-анаэробная выносливость футболистов тесно связана с тренированностью дыхательной системы, которая предъявляет иные требования к деятельности дыхательной системы, чем, например, у спортсменов-аэробников, и способна лимитировать соревновательную деятельность футболистов [1]. В связи с этим является актуальным определение функционального состояния дыхательной системы у лиц, занимающихся мини-футболом.

Цель исследования: оценить функциональное состояние системы внешнего дыхания у спортсменок-футболисток на основе гипоксических проб.

Исследование выполнено на базе Института психологии, педагогики и физического воспитания ВоГУ. Сбор данных происходил на дисциплине «спортивная медицина» и на тренировках женской команды по мини-футболу «Политех». В исследовании приняли участие 24 человека, 12 из которых составили студентки, не занимающиеся футболом, 12 – спортсменки, занимающиеся мини-футболом. Стаж занятий мини-футболом спортсменок составил 4–11 лет. Возраст участников эксперимента на момент исследования был равен 18–23 годам.

С целью оценки функционального состояния дыхательной системы выполнены гипоксические пробы: проба Штанге, проба Генчи, проба Штанге с нагрузкой.

Результаты гипоксической пробы Штанге показали некоторые адаптивные особенности системы дыхания у спортсменок, занимающихся мини-

футболом. Так, выявлено статистически значимое ( $p < 0,05$ ) преобладание длительности задержки дыхания в группе футболисток, где данный параметр составил  $77,5 \pm 13,5$  секунды. Студентки задержали дыхание на  $60,25 \pm 15,6$  секунд. Полученные результаты могут объясняться характером работы в мини-футболе, а именно выполнением ускорений и рывков на задержке дыхания с анаэробным освобождением энергии, к чему и адаптируются спортсменки.

Анализ показателей гипоксической пробы Штанге с нагрузкой также показал наличие значимых ( $p < 0,05$ ) межгрупповых различий. Показатель длительности задержки дыхания сразу после приседаний в группе футболисток зарегистрирован  $38 \pm 2,26$  секунд, что оказалось на  $21,05$  % больше результата, полученного в группе студенток.

Подобные результаты получены и после минуты отдыха. У футболисток значение длительности задержки дыхания после минуты отдыха составило  $72,5 \pm 10,72$  секунды. Девушки, не занимающиеся футболом, задержали дыхание на  $29,3$  % меньше, до  $51,25 \pm 9,17$  секунд, что имело статистически значимые различия ( $p < 0,05$ ). Преобладание показателей в пробе Штанге с нагрузкой у футболисток свидетельствует о повышенной способности организма противостоять недостатку кислорода при физической нагрузке и более низким потреблением кислорода мышцами в результате адаптационных перестроек при систематических занятиях футболом.

Оценивая продолжительность времени задержки дыхания на выдохе в гипоксической пробе Генчи выявлено незначительное преобладание в группе футболисток, где показатели равны  $42,5 \pm 8,01$  секунды. Студентки задержали дыхание на  $38,75 \pm 12,17$  секунды. Статистически незначимая межгрупповая разница, по-видимому, объясняется более сложными условиями пробы, приводящими к более быстрому нарастанию гипоксии и гиперкапнии, что более тяжело переносится организмом по сравнению с условиями пробы Штанге.

Таким образом, показатели, полученные с помощью гипоксических проб, позволили нам сделать вывод о повышенной устойчивости организма девушек-футболисток к недостатку кислорода, способности к утилизации кислорода после физической нагрузки, что по данным литературы свидетельствует о более высоком уровне тренированности. Занятия мини-футболом могут успешно использоваться в качестве средства повышения функционального состояния как системы дыхания, так и всего организма.

1. Комарова, Н. А. Возрастная динамика состояния кардиореспираторной системы юношей-футболистов // ScienceTime. – 2014. – № 1. – С. 170–178.

2. Чуев, В. А., Высочин, Ю. В., Шапошникова, В. И. Гипоксические и релаксационные средства тренировочных воздействий в спортивной практике // Евразийский Союз Ученых. – 2016. – № 2. – С. 32–38.

## ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБУЧЕНИЯ БИОЛОГИИ ЧЕРЕЗ ПРОЕКТНУЮ ТЕХНОЛОГИЮ

*Е.А. Ветюков*

*М.В. Бутакова, научный руководитель, канд. пед. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Современное динамично развивающееся общество невозможно представить без всепронизывающей «проектности»: на сегодня с проектами мы встречаемся в технике, культуре, науке и образовании. В этом контексте без проектной деятельности сложно представить и организацию образовательного процесса на любой ступени обучения при изучении различных дисциплин. Особое место в организации обучения биологии занимает проектная технология, внедрение которой, в свою очередь, требует создания определенных организационно-педагогических условий.

Современная педагогическая наука рассматривает организационно-педагогические условия с различных позиций: так, по мнению Е.А. Синкиной, это совокупность взаимосвязанных факторов, необходимых для эффективного формирования умений и навыков, а также компетенций, необходимых для достижения обучающимися успехов в профессиональной деятельности [1].

Целью нашей работы выступает апробация комплекса организационно-педагогических условий для повышения эффективности обучения биологии через проектную технологию на уровне конкретной образовательной организации.

Достижение цели предусматривает решение ряда задач: через анализ научной, методической, учебно-методической литературы выделение перечня организационно-педагогических условий эффективности обучения биологии; определение путей и направлений организации проектной деятельности на уровне конкретной образовательной организации; проведение диагностики обучающихся и педагогических работников с целью коррекции проблемных точек в реализации проектной технологии; составление методических рекомендаций по организации проектного пространства.

Гипотеза исследования предполагала, что эффективность обучения общей биологии через проектную деятельность возможно повысить путем создания определенных организационно-педагогических условий.

Исследование состояло из констатирующего, формирующего и контролирующего эксперимента. Констатирующий эксперимент позволил определить уровень внедрения проектной технологии в образовательный процесс по биологии. С целью организации данного этапа исследования было проведено анкетирование педагогов и обучающихся по вопросу применения в образовательном процессе проектной технологии. Выборка исследования составила 47

педагогов и 125 обучающихся. Результаты анкетирования показали, что 60 % педагогов считают владение проектной технологией показателем высокого уровня профессиональной компетентности, в то же время применяют в своей работе данную технологию всего 48 % опрошенных. Опрос обучающихся показал, что основной проблемной точкой выступает неспособность к планированию, целеполаганию и рефлексии.

Суть формирующего эксперимента заключалась в создании комплекса организационно-педагогических условий, позволяющих повысить уровень владения навыками проектной деятельности. Организация формирующего эксперимента позволила проверить рабочую гипотезу исследования.

Формирующий эксперимент предполагал организацию проблемного семинара для обучающихся «Я – исследователь», целью которого являлось создание комплекса условий для успешного и целенаправленного овладения навыками проектной деятельности, обеспечение высокого уровня информативности и познавательного интереса к предмету. С целью повышения уровня внедрения педагогами проектной технологии в образовательный процесс был организован круглый стол «Проектная деятельность: с чего начать?». Результатом работы стала разработка методических рекомендаций для педагогов с конкретными примерами организации проектной деятельности в рамках определенных учебных дисциплин. Обратная связь позволила обозначить, что способствовало стимулированию самообразования педагогов, а также повышению уровня индивидуализации обучения.

С целью подтверждения гипотезы был проведен контролируемый эксперимент, по результатам которого с уверенностью можно сделать вывод, что создание определенных педагогических условий способствует активизации учебно-познавательной деятельности и, как следствие, повышению эффективности обучения биологии. Педагогические работники стали активнее использовать в своей деятельности проектную деятельность, что в свою очередь способствовало повышению уровня мотивации и познавательного интереса к изучению биологии.

Таким образом, для успешности внедрения проектной технологии должны быть созданы следующие необходимые условия: включение в учебный план образовательной организации часов на проектную деятельность; применение различных форм организации проектной деятельности; создание банка интерактивных методик для вовлечения обучающихся в проекты; контроль результатов проектной деятельности со стороны преподавателей; активная работа по самообразованию и постоянное повышение квалификации педагогического коллектива.

1. Синкина, Е. А. Организационно-педагогические условия формирования профессиональных компетенций студентов технического вуза // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета, 2012. – С. 121–126.

## МЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИМАГО МНЕМОЗИНЫ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «РУССКИЙ СЕВЕР»

*А.С. Глазова*

*Ю.Н. Белова, научный руководитель, канд. биол. наук*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Сокращение биоразнообразия – одна из глобальных экологических проблем современности, причина которой заключается в утрате и деградации мест обитания живых организмов. Изучение особенностей популяций редких и уязвимых видов на местном и региональном уровне является необходимым условием для их сохранения.

Бабочка мнемозина – широко распространенный вид, встречающийся от Франции до Восточной Сибири, и почти повсеместно он охраняется. Среди особенностей вида, определивших его уязвимость – узкая трофическая специализация личинок, слабая способность имаго к расселению и низкая для насекомых плодовитость, поэтому мнемозина встречается локально, однако в местах своего существования может иметь высокую численность. В Российской Федерации вид включен в Красные книги многих субъектов, в том числе Вологодской области. Популяционные исследования мнемозины в Вологодской области проводятся в западной части региона на территории национального парка «Русский Север» с 2012 года.

Целью работы является анализ многолетних изменений метрических признаков имаго мнемозины на территории национального парка «Русский Север».

В 2019 г. учет мнемозины производили в северной части национального парка в окрестностях деревни Чистый Дор с 27.05 по 30.05 маршрутным методом. Маршрут включал характерные для мнемозины биотопы на границе приречного сероольшаника и различных лугов (материковых и пойменных). Общая длина маршрута составила 6,5 км. Маршрут проходили дважды в каждый из учетных дней. Также вдоль маршрута были выбраны 4 площадки (10×10 м), на которых в течение 30 минут производился отлов бабочек. Каждой пойманной бабочке присваивали номер, отмечали координаты точки сбора и делали фотографию. Всего за данный период была собрана 241 особь. Измерения имаго проводили по фотографиям. Нами были использованы опубликованные [1, 2] и фондовые данные о метрических характеристиках имаго, полученные для этой же популяции в окрестностях деревни Чистый Дор с 2014 г. Для математической обработки данных были высчитаны показатели: среднее значение длины переднего крыла, стандартная ошибка, среднее квадратичное отклонение и коэффициент вариации.

Анализ морфологических особенностей имаго показывает, что средние значения длины крыла мнемозины слабо изменяются в промежутки с 2014 по

2017 гг. и с 2018 по 2019 гг. Однако среднее значение длины крыла бабочек заметно уменьшается в 2018 г. в сравнении с 2017 г. (различия статистически значимы при  $p \leq 0,05$ ) (таблица). Можно предположить, что наблюдаемые различия вызваны низкими температурами весны и начала лета 2017 г. Однако весна и лето 2018 г. в целом соответствовали климатической норме, но бабочки в 2019 г. отличались меньшими размерами в сравнении с показателями за период с 2014 по 2017 гг. Изменчивость изученных признаков имаго в разные годы незначительна. Так, значение коэффициента вариации составляет от 3 до 7%. Заметных различий по метрическим признакам и по показателям изменчивости между самками и самцами не обнаружено.

Таблица

Средние значения длины крыла имаго мнемозины

Год	Самцы				Самки			
	n	x	$\sigma$	CV	n	x	$\sigma$	CV
2014	34	29,62±0,19	1,122	3	4	29,50±0,65	–	–
2015	42	29,64±0,19	1,206	4	11	29,91±0,25	–	–
2016	10	30,30±0,26	–	–	7	30,29±0,29	–	–
2017	41	29,93±0,21	1,367	4	11	29,64±0,31	–	–
2018	23	27,33±0,36	1,750	6	25	27,37±0,28	1,412	5
2019	206	27,65±0,14	2,070	7	35	27,28±0,29	1,737	6
2014–2019	356		2,024	7	93		1,632	5

n – число экземпляров; x – среднее значение длины крыла (мм) и стандартная ошибка;  $\sigma$  – среднее квадратичное отклонение (мм), рассчитывалось при  $n > 20$ ; CV – коэффициент вариации (%), рассчитывался при  $n > 20$ .

В целом морфологические особенности имаго отличаются малой изменчивостью, что определено стабильностью условий среды для существования популяции. Различий между самцами и самками по размерным характеристикам и уровню изменчивости не было обнаружено. Для объяснения причин динамики метрических признаков имаго в отдельные годы необходимо продолжить наблюдения.

1. Кирьянова, В. Н. Многолетняя динамика популяционных показателей бабочки мнемозины (*Parnassius mnemosyne*) на территории национального парка «Русский Север» // Материалы Международной научной конференции «Молодые исследователи – регионам» (Вологда, 20–21 апреля 2016 г.): в 3 т. – Вологда : ВоГУ, 2016. – Т. 1. – С. 534–535.

2. Кирьянова, В. Н. Мониторинг популяции бабочки мнемозины в национальном парке «Русский Север» // Материалы Международной научной конференции «Молодые исследователи – регионам» (Вологда, 18–19 апреля 2017 г.): в 4 т. – Вологда : ВоГУ, 2017. – Т. 1. – С. 528–530.

## СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ *CORYDALIS SOLIDA* (L.) CLAIRV В НЕКОТОРЫХ РАЙОНАХ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

*А.Я. Жирохова*

*Е.В. Кармазина*, научный руководитель, канд. биол. наук  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

*Corydalis solida* (L.) Clairv (хохлатка плотная) – многолетнее травянистое эфемероидное растение семейства Fumariaceae, занесена в Красную книгу Вологодской области как вид биологического контроля [2].

Цель исследования: изучение структуры ценопопуляций (далее ЦП) *Corydalis solida* в некоторых районах Вологодской области.

Исследование проводилось в 2019 г. с 3 по 14 мая в некоторых районах области. В Кирилловском районе ЦП<sub>К</sub> 1 располагалась в ольшанике снытево-разнотравном; ЦП<sub>К</sub> 2 – в ольшанике таволго-снытевом; ЦП<sub>К</sub> 3 – на таволго-крапивном низинном лугу; ЦП<sub>К</sub> 4 – в березняке грушанково-хохлатковом. В Бабушкинском районе ЦП<sub>Б</sub> 5 располагалась в березняке разнотравном. В Вологде ЦП<sub>В</sub> 6 – на медуницево-лопухово-крапивном лугу с посадками осины. В Сямженском районе ЦП<sub>С</sub> 7 располагалась на разнотравно-хохлатковом лугу.

При исследовании ЦП *Corydalis solida* использовался метод заложения временных пробных площадок (далее ВПП). ВПП (не менее 30) закладывались случайным способом в пределах границ каждой ЦП с помощью кольца диаметром 50 см. Были подсчитаны абсолютная численность особей каждой возрастной группы, абсолютная и относительная численность прегенеративного и генеративного периодов, плотность популяции (табл. 1).

Таблица 1

### Характеристика возрастной структуры и плотности популяции

ЦП	Возрастные группы					Возрастные периоды				Плотность, экз/м <sup>2</sup>
	j	im	v	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	прегенеративный		генеративный		
						абсол. числ.	относ. числ., %	абсол. числ.	относ. числ., %	
ЦП <sub>К</sub> 1	287	315	177	192	15	779	79	207	21	131
ЦП <sub>К</sub> 2	156	280	196	156	9	632	79	165	21	106
ЦП <sub>К</sub> 3	178	203	80	91	0	461	84	91	16	74
ЦП <sub>К</sub> 4	169	231	222	390	13	622	61	403	39	137
ЦП <sub>Б</sub> 5	19	55	90	137	45	164	47	182	53	46
ЦП <sub>В</sub> 6	50	84	159	81	15	293	75	96	25	52
ЦП <sub>С</sub> 7	663	541	330	610	25	1534	71	635	29	289

Наибольшее число особей и их плотность зафиксированы в ЦП<sub>С</sub> 7 – 2169 особей всего и 289 особей на 1 м<sup>2</sup>. Этот участок расположен на хорошо освещенном месте.

щенном и увлажненном месте с плодородными почвами. Наименьшее число и плотность особей отмечены в ЦП<sub>Б</sub> 5. Здесь мертвый покров в виде листьев и отмерших побегов растений препятствует росту молодых особей *Corydalis solida*.

Были проанализированы некоторые параметры ЦП (табл. 2).

Таблица 2

### Демографические показатели ЦП

Показатели	ЦП <sub>К</sub> 1	ЦП <sub>К</sub> 2	ЦП <sub>К</sub> 3	ЦП <sub>К</sub> 4	ЦП <sub>Б</sub> 5	ЦП <sub>В</sub> 6	ЦП <sub>С</sub> 7
Индекс возрастности ( $\Delta$ )	0,80	0,10	0,08	0,20	0,21	0,14	0,12
Индекс эффективности ( $\omega$ )	0,33	0,33	0,28	0,45	0,75	0,42	0,36
Индекс восстановления ( $I_B$ )	376	383	507	154	90	305	242
Индекс замещения ( $I_3$ )	376	383	507	154	90	305	242
Тип ЦП по Т.А. Работнову	Нормальная						
Тип ЦП по критерию «дельта-омега»	Молодая				Зрелая	Молодая	

Значения индекса возрастности ( $\Delta$ ) варьируют от 0,08 до 0,8. Максимальное значение  $\Delta$  отмечается в ЦП<sub>К</sub> 1 (0,8). Она является наиболее зрелой. Самая молодая ЦП<sub>К</sub> 3 имеет минимальное значение  $\Delta$  (0,08). Энергетическая эффективность популяций ( $\omega$ ) находится в пределах от 0,28 до 0,75. Низкие значения индекса эффективности свидетельствуют о недостаточной устойчивости ЦП. Индекс эффективности максимален в популяции, где присутствует много растений генеративного возраста (ЦП<sub>Б</sub> 5).

При изучении ЦП не ставилось целью выявить особи сенильного периода, так как для их определения нужно выкапывать подземную часть растения. Поэтому индексы восстановления и замещения оказались равными. Индексы восстановления и замещения в изученных ЦП имеют высокие значения, что говорит об успешном замещении генеративной группы прегенеративной.

Таким образом, все изученные ЦП *Corydalis solida* согласно классификации Т.А. Работнова на территории Вологодской области являются нормальными полночленными. По критерию «дельта-омега» – молодыми. Исключением является популяция ЦП<sub>Б</sub> 5 в березняке разнотравном (Бабушкинский район), которая является зрелой, поскольку в ней соотношение особей прегенеративного и генеративного периодов примерно равны.

1. Животовский, Л. А. Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений // Экология. – 2001. – № 1. – С. 3–7.

2. Об утверждении перечня (списка) редких и исчезающих видов (внутривидовых таксонов) растений и грибов, занесенных в Красную книгу Вологодской области: постановление Правительства Вологодской области от 24.02.2015 № 125 // – 2015. – С. 34.

## СОСТОЯНИЕ ТКАНЕЙ РЫБ КАК ОТРАЖЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОДЫ Р. УСТЬИ

*М.В. Захарова*

*Л.С. Воропанова, научный руководитель, канд. биол. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Цель исследования: гистологическое состояние тканей рыб как отражение химического состава воды в сравнении разных видов.

Задачи исследования: изучить состояние воды в реке Устье; изучить видовой и половозрастной состав рыбных популяций; провести анализ состояния тканей рыб как индикатора состояния воды в реке Устье.

Районом исследования является Устьянский район, который входит в состав Архангельской области Российской Федерации. Район расположен на юге Архангельской области. Назван по имени реки Устья (бассейн Северной Двины). Климат умеренный. Устьянский район приравнен к районам Крайнего Севера.

Место лова: Шангалы – село в Устьянском районе Архангельской области. Административный центр Шангальского сельского поселения. Село расположено в центре Устьянского района, на правом берегу реки Устья (приток Ваги). Река Устья имеет длину – 447 км. Площадь бассейна – 17500 км<sup>2</sup> (Устье – река Вага).

Материалы и методы исследования: в основу работы легли сборы, выполненные автором с 02.08.19 г. по 17.01.20 г. Лов рыб в период с августа по декабрь проводился при помощи спиннинга. Лов рыб в период с декабря по январь проводился при помощи зимней удочки.

Объектами исследования являются: Елец (*Leuciscus leuciscus*); Окунь речной (*Perca fluviatilis*); Лещ (*Abramis brama*); Щука обыкновенная (*Esox lucius*); Голавль (*Squalius cephalus*); Налим обыкновенный (*Lota lota*); Плотва обыкновенная (*Rutilus rutilus*).

Половозрастная характеристика. Промышленного лова на данном участке русла не производится. Представлена выборка в количестве ста штук. Основу составляют виды: окунь речной, плотва, лещ. Щука, налим, голавль, елец представлены в меньшем количестве, что связано с особенностями их образа жизни (налим активен зимой, щука конкурирует с окунем). Средний возраст выловленной рыбы от 3 до 7 лет, в выборках преобладают самки, что обусловлено способом лова.

Состояние реки Устья. Средняя мутность не превышает 23 г/м<sup>3</sup>; минерализация воды меньше 50 мг/л; по химическому составу вода Устья относится к гидрокарбонатному классу и кальциевой группе. Влияние хозяйственной деятельности на качество воды незначительно; Устья имеет чистую воду с не-

большим повышением концентрации ионов железа. Такой вывод можно сделать при изучении анализов воды, проведенном автором в лаборатории Центра гигиены и эпидемиологии в Вологодской области.

Были взяты образцы тканей рыб как пример состояния этих тканей в естественных чистых условиях.

Подготовка препаратов проводилась по классической схеме:

1. Фиксация образцов тканей в 10 % растворе формалина.
2. Проводка по спиртам возрастающей концентрации (этанол 80 %), 96 %, 100 %).
3. Бензол двукратно по 12 часов.
4. Заливка тканей в воско-парафиновую смесь в термостате при температуре 59 °С.

Приготовление микропрепаратов: нарезка парафиновых блоков проводилась при помощи санного микротомы МС-1 толщиной 5–6 мкм. Далее следовало расправление, обеспарафинивание, классическое окрашивание эозином и гематоксилином, заключение витрогелем.

При рассмотрении препаратов было выявлено слабое механическое повреждение и поражения жабр, и в целом рыб, паразитами. В жабрах у самок окуня и щуки имеются расширенные кровеносные сосуды во время периода активного формирования икры. У самцов окуня и щуки, выловленных в одни и те же сроки, подобного кровенаполнения сосудов жабр не выявлено.

У окуня даже в старших возрастных группах печень чистая, значительно меньшее кровенаполнение и наличие патологических изменений (конкреции, жировое перерождение) по сравнению с печенью щуки в одинаковых возрастных группах, что, возможно, говорит о лучших восстановительных механизмах обмена веществ окуня в сравнении с другими видами.

На препаратах яичников у самок разных видов хорошо видны крупные яйцеклетки – это яйцеклетки, превращающиеся в икринки для нереста весной 2020 года, а также маленькие яйцеклетки – это яйцеклетки нереста следующего года. Отмечено также очень раннее начало созревания икры у молоди окуня.

Таким образом, функциональное состояние тканей жабр, печени и гонад рыбного населения в районе поселка Шангалы свидетельствует о благополучии для рыбного населения исследуемого водного объекта; с возрастом изменения кровенаполнения органов и образования патологических структур незначительны и связаны с естественными причинами – подготовкой к нересту; среди рыб, обитающих на изучаемой территории, индикатором состояния по комплексу гистологических признаков может быть выделен окунь как широко распространенный, постоянно доступный, с хорошей выживаемостью вид.

## СОСТАВ МИРМИКОФАУНЫ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

*А.В. Калининский*

*Ю.Н. Белова*, научный руководитель, канд. биол. наук

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Муравьи – важное звено наземных экосистем. Они участвуют в регуляции численности беспозвоночных всех ярусов наземных биоценозов и при этом сами являются источником питания для многих птиц и млекопитающих. Кроме того муравьи оказывают влияние на процессы почвообразования. К сожалению, данная группа организмов довольно слабо изучена в фаунистическом плане на территории Вологодской области.

Целью работы является изучение состава фауны муравьёв Вологодской области.

Полевые исследования фауны муравьёв выполнялись с 2014 по 2019 гг. Сбор насекомых проводился вручную с гнёзд. Кроме того, мы изучили энтомологические коллекции Вологодского государственного университета. Видовые названия приводятся согласно аннотированному каталогу перепончатокрылых [1]. Все сведения о видовом разнообразии и находках муравьёв были внесены в банк данных.

Список видов муравьёв Вологодской области и количество их находок представлены в таблице 1. Характеристика изученности административных районов региона отражена в таблице 2.

Таблица 1

### Состав фауны муравьёв Вологодской области

Вид	Кол-во находок	Вид	Кол-во находок
<i>Camponotus herculeanus</i>	36	<i>Lasius fuliginosus</i>	10
<i>Formica aquilonia</i>	41	<i>Lasius mixtus</i>	3
<i>Formica cinerea</i>	2	<i>Lasius niger</i>	174
<i>Formica exsecta</i>	1	<i>Lasius platythorax</i>	3
<i>Formica fusca</i>	24	<i>Lasius umbratus</i>	28
<i>Formica gagates</i>	5	<i>Leptothorax acervorum</i>	1
<i>Formica lugubris</i>	1	<i>Myrmica lobicornis</i>	4
<i>Formica picea</i>	6	<i>Myrmica rubra</i>	115
<i>Formica polyctena</i>	406	<i>Myrmica ruginodis</i>	59
<i>Formica pratensis</i>	2	<i>Myrmica rugulosa</i>	1
<i>Formica rufa</i>	100	<i>Myrmica scabrinodis</i>	6
<i>Formica sanguinea</i>	7	<i>Myrmica gallienii</i>	12
<i>Lasius alienus</i>	1	<i>Lasius fuliginosus</i>	10
<i>Lasius flavus</i>	22	<i>Lasius mixtus</i>	3

Таблица 2

## Изученность фауны муравьев по административным районам

Район	Кол-во видов	Район	Кол-во видов	Район	Кол-во видов
Кирилловский	20	Сокольский	8	Чагодощенский	6
Вытегорский	15	Устюженский	8	Грязовецкий	6
Вологодский	10	Верховажский	7	Кадуйский	5
Великоустюгский	9	Усть-Кубенский	7	Тарногский	4
Нюксенский	9	Харовский	7	Тотемский	4
Кич-Городецкий	8	Белозерский	6	Вожегодский	1

На основании изученных полевых и фондовых материалов для территории Вологодской области нами отмечено 26 видов из 5 родов муравьёв. Наиболее массовым видом оказался *Formica polyctena*. Это типичный вид для таёжных лесов. В то время как наиболее редкими стали: *Formica exsecta*, *Lasius alienus*, *Myrmica rugulosa* и *Leptothorax acervorum*. Все они в основном приурочены к луговым сообществам.

Больше всего видов муравьёв обнаружено на территории Кирилловского района, в западной части региона: 20 видов из 5 родов. Для территории Вожегодского района, на севере области, известен только один вид. Часть районов (8) остаётся не обследованными в мирмекологическом плане.

В работе О.А. Фабришевой [2] для территории Вологодской области отмечается 30 видов муравьёв. В нашем списке из ранее указанных для региона отсутствуют 7 видов: *Myrmica sulcinodis*, *M. schencki*, *Formica truncorum*, *F. cunicularia*, *F. rufibarbis*, *F. uralensis*, *Monomorium pharaonis*. Все они (за исключением синантропного *Monomorium pharaonis*) характеризовались как редкие, встречающиеся на границе своих ареалов, в периферийных районах Вологодской области. Исследования этих территорий проводятся редко, что, возможно, и послужило причиной отсутствия названных видов в материалах нашего исследования. В свою очередь нами отмечены 3 вида, не представленные в работе Ольги Александровны: *Formica gagates*, *Lasius alienus*, *Myrmica gallienii*.

Таким образом, на территории Вологодской области согласно разным источникам зарегистрировано 33 вида муравьёв. Для расширения списка и уточнения распространения видов в регионе требуется дальнейшее изучение малоизученных и неисследованных районов области.

1. Белокобыльский, С. А., Лелей, А. С. Family FORMICIDAE – ANTS Аннотированный каталог перепончатокрылых насекомых России. – Санкт-Петербург: Зоологический институт РАН, 2017. – Т. I. Сидячебрюхие (Symphyta) и жалоносные (Apoicrita: Aculeata). – С. 197–210.

2. Фабришева, О. А. Фауна и пространственное распределение муравьёв в Вологодской области // Выпускная квалификационная работа, научный руководитель Ю. Н. Белова. – 2011 – ВГПУ, Вологда. – С. 11–34.

## АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ АЭРОПАЛИНОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРЫ ГОРОДА ЧЕРЕПОВЦА

*А.В. Камыгина*

*Е.В. Кармазина, научный руководитель, канд. биол. наук,  
Н.Б. Афанасьева, научный руководитель, канд. биол. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

В последние десятилетия усиливающаяся тенденция к возникновению сезонной аллергии была отмечена во многих географических регионах, в том числе и в России. Именно поэтому аэропалинологические исследования в настоящее время приобретают всё большую актуальность.

Исследование проводилось в течение 4 лет в Череповце. Для сравнения были взяты результаты наблюдений в августе 2014, 2015, 2016 и 2019 годов. Данные за 2014 год были взяты у М.А. Борисовой (студентка ЧГУ), а за 2016 – у В.А. Куделиной (студентка ЧГУ).

Целью исследования являлось проведение анализа данных аэропалинологического мониторинга атмосферы Череповца в августе.

Для работы использовались общепринятые методики [1, 2].

По результатам аэропалинологического исследования в августовском палиноспектре всего было выявлено 19 различных таксонов. При этом наблюдались некоторые различия в таксономическом составе пыльцевого дождя в разные годы. Часть обнаруженных таксонов (42,1 %) относится к жизненным формам деревьев и кустарников. Это представители родов *Acer*, *Alnus*, *Betula*, *Pinus*, *Populus*, *Tillia*. Отмечены также пыльцевые зерна, относящиеся к семейству Rosaceae. Оставшаяся часть (57,9 %) пыльцевых зёрен принадлежит травянистым растениям из родов *Artemisia*, *Plantago*, *Rumex*, *Stellaria*, *Typha*, *Urtica* и видам, относящимся к семействам Asteraceae, Chenopodiaceae, Poaceae и Umbelliferae. Также были обнаружены споры растений из рода *Lycopodium*, периодически присутствующие в палиноспектре.

В целом в аэропалинологическом спектре августа наиболее существенную роль играют травянистые растения. При этом выявленные различия таксономического состава особенно заметны у древесных растений. Состав пыльцы травянистых растений не показал существенных отличий.

Стоит отметить, что в разные годы виды характеризуются разной пыльцепродуктивностью, из-за чего доминирующие таксоны также менялись с течением времени. В 2014 году из 14 таксонов доминантами были растения из родов *Betula* и *Urtica*, а также представители семейства Asteraceae. В 2015 году из 9 таксонов доминировали растения из семейства Chenopodiaceae и рода *Plantago*. В 2016 году из 14 таксонов доминантом в спектре был род *Plantago*. В 2019 году из 15 таксонов доминантными были представители родов *Betula* и

*Artemisia*, и семейства Asteraceae. На основе полученных данных были составлены календари пыления августа для Череповца (рис. 1).

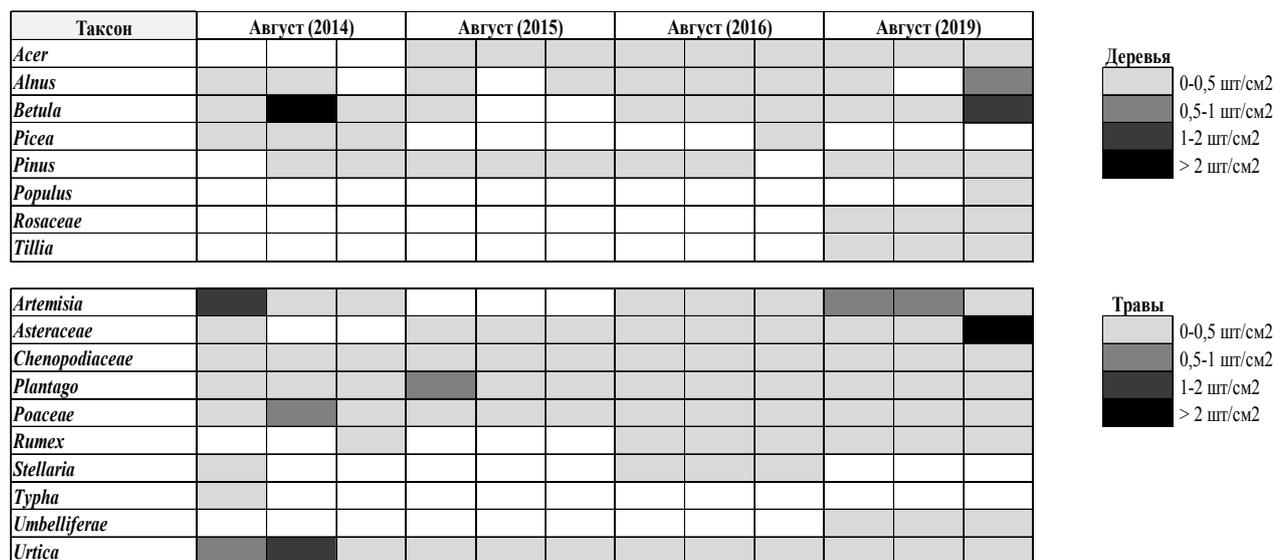


Рис. 1. Календари пыления

Подавляющее большинство пыльцевых зёрен (около 72 %), содержащихся в воздухе, принадлежит анемофильным растениям, что объясняет их высокую пыльцепродуктивность и различные адаптации для распространения ветром.

Согласно списку таксонов, которые были предложены для особого наблюдения в Европе, большая часть (примерно 65,5 %) всей обнаруженной за 4 года пыльцы обладает явными аллергенными свойствами. Причём в 100 % случаев аллергенные таксоны являются анемофилами. В течении всего периода наблюдения аллергенные растения оказывались основными в аэропалинологическом спектре.

Также в палиноспектре присутствовали и повреждённые зёрна различных таксонов. Abortивная пыльца, обнаруженная только в августе 2014 и 2019 годов, составила относительно небольшой процент от общего спектра (0,2 % и 3,3 % соответственно).

Помимо пыльцевых зёрен, на протяжении всего исследования нами фиксировались и непыльцевые палиноморфы: остатки растительных тканей, споры грибов и плаунов, членистоногие и их части (рис. 2).

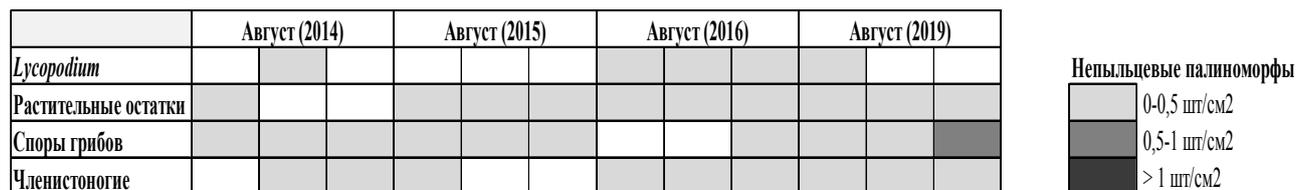


Рис. 2. Календарь встречаемости непыльцевых палиноморф в атмосфере

В среднем они составляют около 10 % от всего аэропланктона, находящегося в атмосфере города.

1. Курманов, Р. Г., Ишбирдин, А. Р. Палинология [Электронный ресурс]: учеб. пособие. – Уфа : РИЦ БашГУ, 2012. – 92 с. Электрон. версия печ. публикации. – Режим доступа: <https://elib.bashedu.ru/dl/read/KurmanovPalinotologiyUchPos.2012.pdf>

2. Мейер-Меликян, Н. Р., Северова, Е. Э., Гапочка, Г. П., Полевова, С. В., Токарев, П. И., Бовина, И. Ю. Принципы и методы аэрологических исследований. – Москва, 1999. – 48 с.

## **ТЯЖЁЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Д.В. Купцова*

*Н.Л. Болотова, научный руководитель, д-р биол. наук, профессор*

*Вологодский государственный университет*

*г. Вологда*

Донные отложения часто являются объектом исследований, направленных на изучение экологического состояния водоёма за счёт того, что представляют собой важный компонент водной экосистемы. Они аккумулируют большинство органических и неорганических веществ, в том числе токсичных, таких как тяжёлые металлы [2]. Тяжёлые металлы – одна из приоритетных групп загрязнителей, являющихся факторами деградации окружающей среды [1]. Рассмотрение проблемы загрязнения донных отложений водных объектов значимо для Вологодской области в связи с густой гидрологической сетью, факторами, способствующими осаждению тяжёлых металлов в донных осадках, и антропогенной нагрузкой, испытываемой водоёмами и водотоками.

В ходе исследования, целью которого было установить концентрации тяжёлых металлов в донных осадках некоторых водных объектов Вологодской области, были определены содержания Cu, Pb, Fe, Mn, Zn, Cd с применением атомно-абсорбционной спектрометрии. Изучены донные отложения десяти водных объектов: река Вологда, её притоки (реки Тошня, Золотуха, Шограш), река Кубена, её притоки (реки Кихть, Петровка, Шуйгало) и три пруда на территории Вологды. Пробы были собраны в июне–августе 2019 г. с использованием штангового пробоотборника и дночерпателя Петерсена.

Полученные показатели содержания элементов, а также уровни, использованные для сравнения, представлены в таблице.

Таблица

**Концентрации тяжёлых металлов в донных отложениях водных объектов  
Вологодской области, мг/кг**

Район отбора проб	Cu	Pb	Fe	Mn	Zn	Cd
р. Вологда	1.45±0.20	1.46±0.15	475.06± 74.01	8.68±0.75	5.33±1.41	0.03± 0.002
р. Тошня	0.05±0.01	0.35±0.01	6.05±0.24	6.66±0.30	5.52	н.о
р. Золотуха	0.08± 0.004	1.00±0.02	6.41±0.30	4.39±0.01	11.18	0.003
р. Шограш	0.01± 0.002	0.14±0.02	8.57±0.53	6.43±0.09	2.29±0.94	н.о
Сибирский пруд	0.09±0.01	0.87±0.03	7.05±0.30	5.20±0.08	3.03±0.34	н.о
пруд на ул. Баранковской	0.026	0.46±0.01	3.45±0.19	4.28±0.06	0.08±0.03	н.о
пруд у Сретенской церкви	0.17±0.01	2.46±0.03	8.90±0.86	3.90±0.05	2.94	н.о
р. Кубена	0.03± 0.002	0.17±0.02	15.78± 3.14	6.27±0.89	3.09±1.04	н.о
р. Кихть	0.01± 0.0003	0.09±0.02	23.80± 1.53	2.66±0.04	3.87	н.о
р. Петровка	0.02±0.01	0.20±0.01	34.37± 0.47	2.53±0.05	1.02±0.07	н.о
р. Шуйгало	0.06± 0.002	0.27±0.02	9.02±0.09	3.36±0.08	0.81	0.0002
ПДК валовых форм в почве	55	32	-	1500	100	0.5
Кларк земной коры	55	12.5	25000	950	70	0.2
Целевой уровень («Нормы...»)	35	85	-	-	140	0.8

Примечание: н.о. – не определено.

Ввиду отсутствия нормативов по содержанию тяжёлых металлов в донных отложениях, при анализе для сравнения были выбраны уровни ПДК валовых форм металлов в почвах, кларки земной коры и уровни, установленные «Нормами и критериями оценки загрязнённости донных отложений в водных объектах Санкт-Петербурга». Превышений ни по одному из сравниваемых показателей выявлено не было – все установленные в ходе исследования содержания в десятки раз меньше обозначенных уровней.

Было проведено определение взаимосвязи между накоплением различных элементов. Установлена положительная корреляция между концентрациями марганца и кадмия в донных отложениях р. Вологды. Известно, что

гидроксиды марганца имеют повышенную способность сорбировать на себе другие металлы. Эта взаимосвязь может быть связана и с частым присутствием кадмия в сульфидах марганца.

1. Дабахов, М. В., Дабахова, Е. В., Титова, В. И. Экоотоксикология и проблемы нормирования. – Нижегородская гос. с.-х. академия. – Н. Новгород : Изд-во ВВАГС, 2005. – 165 с.

2. Коновалова, Э. Е. Исследование содержания загрязняющих веществ в донных отложениях водотоков и проблемы его нормирования // Сборник материалов международной научно-практической конференции, посвящённой 15-летию реализации принципов Хартии Земли в Республике Татарстан. — 2016. – С. 152–154.

## ВЛИЯНИЕ СОЕДИНЕНИЙ ЦИНКА НА КЛЕТОЧНЫЕ И ПОПУЛЯЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ *CHLORELLA VULGARIS*

*А.А. Лысцева*

*Н.А. Зейслер*, научный руководитель, ст. преподаватель  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Одной из главных проблем в современном мире является загрязнение окружающей среды. Наибольшее загрязнение и воздействие на живые объекты оказывают загрязняющие вещества, к которым относятся тяжелые металлы. Цинк – элемент, входящий в группу тяжелых металлов, у которого сложные отношения с живыми организмами, его избыток может стать токсичным с достаточно сильным воздействием.

Влияние загрязнения на живые организмы можно оценить с помощью использования тест-объектов, то есть организмов, которые служат показателями естественных процессов. Наиболее часто используемыми объектами являются одноклеточные водоросли – *Chlorella vulgaris* Beijer.

Цель работы: изучение влияния соединений цинка на клеточные и популяционные показатели *Chlorella vulgaris* Beijer.

В ходе исследования оценивали возможность фиксации данных солей клеточными структурами водоросли и возможность адаптации хлореллы к растворам солей тяжелых металлов на примере сульфата цинка. Для оценки токсичности тяжелых металлов использовали водные растворы  $ZnSO_4$  с концентрациями: 0,1; 0,01; 0,001; 0,0001; 0,00001 мг/л. Опыты проводили в трёхкратной повторности. В качестве контроля использовали: 1) питательную среду Тамия; 2) дистиллированную воду. Подсчет клеток проводился на 1, 4 и 8 сутки с помощью камеры Горяева [2].

Для сравнения ответных реакций на внесение  $ZnSO_4$  использовали коэффициент регенерации. Так, при первом культивировании острая реакция на-

блюдалось на протяжении четырех суток в растворе с концентрацией 0,1 мг/л (табл. 1).

Таблица 1

**Влияние сульфата цинка на регенерационный коэффициент при оценке адаптационных возможностей хлореллы**

Вариант	1-ое культивирование				2-ое культивирование	
	1 сутки	4 сутки	8 сутки	12 сутки	1 сутки	4 сутки
Дистиллированная вода	1	1	1	1	1	1
0,00001 мг/л	0,7	0,7	0,8	0,85	0,7	0,8
0,0001 мг/л	0,5	0,5	0,6	0,8	0,5	0,8
0,001 мг/л	0,4	0,5	0,55	0,75	0,5	0,6
0,01 мг/л	0,3	0,35	0,4	0,5	0,4	0,45
0,1 мг/л	0,2	0,25	0,3	0,34	0,3	0,37

В дальнейшем коэффициент регенерации постепенно возрастал и его значения указывали на подострое токсическое действие.

Во втором эксперименте данные соответствовали показателям четвертых и восьмых суток первого культивирования. Кроме того, в течение второго этапа инкубирования высокий уровень токсичности также был отмечен в среде с концентрацией 0,1 мг/л. При последующем культивировании, как и в предыдущем опыте, было отмечено снижение токсического эффекта [1].

Для оценки возможности фиксации солей тяжелых металлов клеточными структурами свежую культуру водоросли вносили в питательную среду после первого эксперимента. Предварительно среду очищали от хлореллы.

Сравнение результатов показало, что на протяжении первого культивирования значительное снижение коэффициента регенерации отмечалось в растворе с концентрацией 0,1 мг/л. В остальных вариантах токсическое действие при длительном инкубировании снижалось (табл. 2).

Таблица 2

**Влияние сульфата цинка на регенерационный коэффициент при оценке возможности сорбции ионов клеткой**

Вариант	1-ое культивирование					2-ое культивирование	
	1 сутки	2 сутки	3 сутки	4 сутки	5 сутки	1 сутки	4 сутки
Дистиллированная вода	1	1	1	1	1	1	1
0,00001 мг/л	0,67	0,7	0,81	0,73	0,82	0,75	0,87
0,0001 мг/л	0,53	0,6	0,55	0,7	0,73	0,71	0,8
0,001 мг/л	0,42	0,73	0,57	0,62	0,54	0,6	0,71
0,01 мг/л	0,31	0,52	0,37	0,41	0,32	0,4	0,59
0,1 мг/л	0,03	0,29	0,18	0,27	0,2	0,25	0,36

Вторичное культивирование отличалось снижением токсического эффекта: это свидетельствует о том, что в предыдущем эксперименте произошла фиксация сульфата цинка клеточными структурами водоросли.

Выводы:

1. Важно отметить, что при большем времени инкубирования водоросль приспособляется к данным условиям среды, и включаются механизмы нейтрализации негативного воздействия.

2. Адаптационные реакции прослеживались с четвертых суток культивирования.

3. Более острая реакция проявляется на 1–4-е сутки в средах с максимальными концентрациями 0,1 и 0,01 мг/л, что позволяет рассмотреть их как токсичные.

1. Грубинко, В. В., Костюк, К. В. Структурные изменения в клеточных мембранах водных растений при воздействии токсических веществ // Гидробиологический журнал. – 2011. – Т. 47, № 6. – С. 43–57.

2. Рябухина, Е. В., Зарубин, С. Л. Биологические методы определения токсичности водной среды: метод. указания. – Ярославль : ЯрГУ, 2006. – 64 с.

## **ЛОКАЛЬНАЯ ФАУНА СТРЕКОЗ СЕЛА МИНЬКОВО БАБУШКИНСКОГО РАЙОНА ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

*В.С. Мальцева*

*Ю.Н. Белова, научный руководитель, канд. биол. наук*

Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Актуальность работы определяется необходимостью новой работы по изучению локальной фауны стрекоз. Кроме того, недостаточно сведений о фауне и экологии стрекоз Вологодской области, а также для территории Бабушкинского района сведения о стрекозах фрагментарны [1].

Цель исследования: изучение видового разнообразия и структуры населения имаго стрекоз с. Миньково Бабушкинского района.

Задачи исследования: изучить видовой состав и провести систематический анализ одонатофауны исследуемой территории; проанализировать структуру населения исследуемой территории; провести сравнение фауны исследуемой территории с локальными фаунами Европейской части России.

Научная новизна работы заключается в том, что были обнаружены новые для восточной части области виды и новые точки находок редких для области видов стрекоз, а также обнаружен новый вид для Вологодской области; рас-

ширены представления об экологических особенностях видов на территории Вологодской области.

Материалы и методы исследования. В с. Миньково было изучено несколько биотопов, различающихся по условиям развития личинок. Сборы имаго и личинок стрекоз проведены с июля по август 2018–2019 гг. Всего было собрано и изучено 43 экземпляра имаго и 93 личинок стрекоз.

Результаты и их обсуждение. Было обнаружено 13 видов стрекоз, принадлежащих к 5 семействам. Самыми многочисленными в видовом отношении оказались семейство Libellulidae.

Нами проведен анализ сведений о фауне стрекоз восточных районов на основании литературных материалов [1]. Некоторые виды из числа встреченных нами уже отмечались в этой части области. Это, например, *Lestes sponsa*, *Platycnemis pennipes*, *Sympetrum flaveolum*. В то же время нам удалось выявить виды, которые ранее для восточных районов не указывались. Это *Somatochlora metallica*, *Aeshna affinis*, *Aeshna juncea*, *Leucorrhinia dubia*.

Большинство видов, собранных на исследуемой территории, являются массово распространенными и часто встречаемыми в Вологодской области. Редким является вид *Caloptetux virgo*. Также, нами был обнаружен новый вид для Вологодской области – *Aeshna affinis*.

Проведен анализ экологических особенностей стрекоз, собранных в районе исследования по литературным источникам и на основании наблюдений. Анализ проводился на основании местообитаний личинок, а также стрекоз из подотряда Равнокрылые. Для ряда видов наблюдения подтверждают более ранние указания на биотопы развития, а для некоторых видов отмечаются новые места развития личинок. Это виды *Aeshna affinis*, *Lestes sponsa*, *Leucorrhinia dubia* и *Somatochlora metallica*. Так как у этих видов были обнаружены личинки в новых местах обитания, не типичных для данных видов, а также имаго у вида *Lestes sponsa*, то можно заключить, что их развитие данных видов проходит в водоемах разного типа. Таким образом, наши наблюдения расширяют представление об экологических особенностях видов на территории области.

Для оценки полноты собранных нами фаунистических сведений было проведено их сравнение с аналогичными данным для населенных пунктов Вологодской области и еще девяти регионов в европейской части России (22 пункта). При поиске фаунистической информации к сравнению мы принимали во внимание особенности населенных пунктов, для которых она приводится, и выбирали такие варианты, которые близки к пункту нашего исследования (покрытие дорог, наличие строений и инфраструктуры, наличие разнообразных водных объектов, численность населения).

В отобранных для сравнения населенных пунктах нашего региона отмечается от 14 до 25 видов стрекоз. В населенных пунктах других регионов богатство фауны стрекоз колеблется от 1 до 21 вида, и только пять населенных

пунктов имеют видовой состав больше населенного пункта, исследуемого нами. Таким образом, можно сказать, что фауна с. Миньково изучена недостаточно. Это объясняется тем, что исследования на территории с. Миньково проводятся несколько лет. Для выявления полного видового состава требуются дальнейшие исследования.

По результатам исследования можно сделать следующие выводы: было обнаружено 13 видов стрекоз, принадлежащих к 9 родам и 5 семействам; преобладающими по численности видами являются *Aeshna cyanea* и *Lestes sponsa*; преобладающим типом фаунистической группировки оказалась европейская; большинство видов встречаются часто и являются массово распространенными для территории Вологодской области; было обнаружено 4 вида, ранее не встречавшиеся в восточной части региона, вид биологического контроля – *Calopteryx virgo* и новый вид для Вологодской области – *Aeshna affinis*; расширены представления об экологических особенностях некоторых видов на территории области; локальная фауна стрекоз с. Миньково изучена недостаточно.

1. Разнообразие насекомых Вологодской области / Ю. Н. Белова [и др.]. – Вологда : ВГПУ, 2008. – 367 с.

## ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ МЕДИ И ОКСИДА МЕДИ НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН РЕДИСА

*А.Ф. Надина*

*О.В. Черникова*, научный руководитель, канд. биол. наук  
Академия ФСИН России  
г. Рязань

Биологизация – это сложное и ёмкое понятие, объединяющее целую систему взаимосвязанных организационно-технических мероприятий, направленных на грамотное использование законов природы, достижений науки, ориентированных на оздоровление почвы, снижение себестоимости и повышение качества сельхозпродукции. Актуальным является не отказ от достижений современной науки, а разумное сочетание всех существующих технологий, включая биологические [1].

С развитием современного общества темпы потребления сельскохозяйственной продукции возрастают год от года, поэтому аграрное производство нуждается в постоянной интеграции достижений науки в агротехнологический процесс с целью обеспечения продовольственной безопасности населения. К современным технологиям, которые без вреда для растительного и жи-

вотного организмов способствуют повышению продуктивности и качеству готовой продукции, относятся нанотехнологии [2].

До внедрения новых технологий в земледелие, которые могли бы повысить урожайность культурных растений, а также улучшить качество сельскохозяйственной продукции, сначала проводятся различные тестирования. Примером может являться прямое биотестирование. Оно проводится для оценки экотоксичности с помощью тест-объектов, которые будут сигнализировать об опасности, независимо от того, какие вещества и в каком сочетании вызывают изменения жизненно важных функций.

В качестве тест-объекта для лабораторных исследований были использованы семена редиса розово-красного с белым кончиком. Семена проращивали в чашках Петри. Было проведено изучение влияния наночастиц меди и оксида меди с концентрациями 0,1 и 0,01 г на гектарную норму высева семян (табл. 1). Используемые наночастицы представляют собой монокристаллические структуры круглой правильной формы и имеют следующие характеристики: Cu – 40–60 нм, фазовый состав: Cu – 100 %; CuO – 40–60 нм, фазовый состав: CuO – 100 %. Суспензия наночастиц была получена путем диспергирования ультразвуком в водном растворе.

Таблица 1

#### Схема опыта

№ п/п	Варианты опыта	Сокращение
1.	Контроль (проращивание в воде)	К
2.	Наночастицы меди 0,1 г/га	НЧCu 0,1
3.	Наночастицы меди 0,01 г/га	НЧCu 0,01
4.	Наночастицы оксида меди 0,1 г/га	НЧCuO 0,1
5.	Наночастицы оксида меди 0,01 г/га	НЧ CuO 0,01

Под лабораторной всхожестью семян понимается количество (в %) нормально проросших семян за определенный срок (7 дней). Энергия прорастания характеризует дружность и быстроту прорастания семян (экспозиция 3 суток). Данные показатели позволяют оценить реальную возможность получения всходов растений в поле.

Применение наночастиц оксида меди практически не отразилось на всхожести семян редиса (86 %) в сравнении с контрольным вариантом (84 %) (табл. 2), отличия с контрольным вариантом опыта составили 2 %.

Наиболее высокие показатели всхожести и энергии прорастания семян отмечены при использовании наночастиц меди в дозе 0,01 г/га на варианте с применением наночастиц меди. Отличие с контрольным вариантом 10,0 %. Также высокий показатель всхожести был отмечен в чашках с наночастицами меди дозировкой 0,1 г/га. Отличия с контрольным вариантом составили 6,0 %.

Таблица 2

**Всхожесть семян редиса под влиянием НЧCu и НЧCuO**

№ п/п	Варианты опыта	Лабораторная всхожесть, %	Энергия прорастания, %
1.	К	84±2	82±2
2.	НЧ Cu 0,1	90±1	89±2
3.	НЧCu 0,01	94±1	95±1
4.	НЧ CuO 0,1	86±2	85±2
5.	НЧ CuO 0,01	86±2	84±2

Таким образом, результаты исследований свидетельствуют о целесообразности применения наночастиц меди с целью повышения всхожести и энергии прорастания семян. Наиболее оптимальная концентрация 0,01 г на гектарную норму посева. Применение наночастиц оксида меди не оказывает токсического эффекта, при этом и стимулирования процесса всхожести не происходит.

1. Высоцкая, И. Б., Абалдов, А. Н. Биологизация агротехнологий – перспективный тренд российского и мирового земледелия / – Текст : электронный // Союз биологического земледелия. – Ставрополь, 2018. – URL: <https://nosbz.ru/articles/38-biologizacija-agrotehnologii-perspektivnyi-trend-rossiiskogo-i-mirovogo-zemledelija.html>

2. Амплеева, Л. Е., Черникова, О. В., Назарова, А. А. Качество пивоваренного солода и биопрепараты нового поколения // Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве. Материалы 68-ой Международной научно-практической конференции, посвященной Году экологии в России. – г. Рязань, 2017. – С. 11–15.

## **ОСОБЕННОСТИ АККУМУЛЯЦИИ РТУТИ НАСЕЛЕНИЕМ ЦЕНТРАЛЬНОГО ВЬЕТНАМА**

***Т.Т.Т. Нгуен***

***Н.Л. Болотова, научный руководитель, д-р биол. наук, профессор***

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Объем антропогенного выброса ртути сопоставим с количеством металла, поступающего в окружающую среду из природных источников [1]. Ртуть – один из наиболее токсичных металлов, широко распространен в окружающей среде, обладает способностью к биоаккумуляции и миграции по трофическим цепям. Ртуть оказывает негативное воздействие на здоровье человека, вызывая множество опасных заболеваний. В организме человека ртуть существует

в органической форме метилртуть (MeHg) (в крови, волосах, костях) и в неорганической мышечной форме Hg (II) в моче.

Цель исследования – выявление особенностей аккумуляции ртути в образцах волос людей, которые живут в прибрежной деревне на севере центральной части Вьетнама. Это территория провинции Куангбинь, где высокий уровень загрязнения ртутью из-за близости промышленной зоны.

Для работы собирались образцы волос людей, включая 160 мужчин и 90 женщин в возрасте от 7 до 72 лет. Проводилось анкетирование участников эксперимента и особое внимание обращалось потреблению рыбы и морепродуктов. Далее анализировали пробы с помощью ртутного анализатора РА-915+, чтобы определить показатели накопления ртути в волосах.

Результаты исследования показали, что существует слабая связь между возрастом обследуемых и содержанием ртути в волосах (рис.). Для людей старшего возраста в среднем характерно увеличение содержания ртути, эта тенденция более выражена для мужчин, нежели женщин. Среднее содержание также выше у мужчин, чем у женщин. В частности, среднее содержание ртути в волосах мужчин составляет 3700,3 мкг/кг, что в 1,85 раза больше, чем у женщин, с 2009,0 мкг/кг.

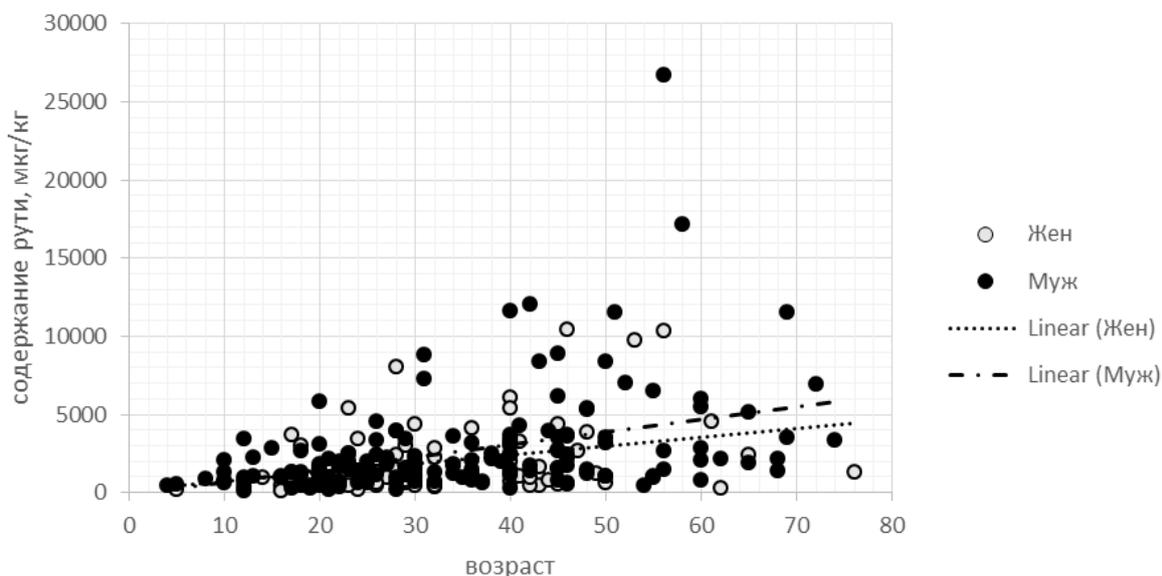


Рис. Содержание ртути в волосах людей разного возраста

Причины таких гендерных различий позволят установить дополнительные исследования, в том числе анкетирование испытуемых. Результаты опроса представлены в таблице.

Таблица

**Результаты опроса**

Переменные опроса	Числа	(%)	Среднее содержание ртути в волосах (макс – мин) (мкг / кг)
Группа рыбная			
Морская	186	74	3927,1 (395,1–99350)
Речная	64	26	662 (101–3455)
Как часто употребляете рыбу?			
1 раз в неделю или реже	79	32	716,7 (101–2394)
Несколько раз в неделю	123	49	2071,4 (440,4–8914)
Каждый день	48	19	9612,5 (1785–99350)
Как часто употребляете морепродукты?			
1 раз в неделю или реже	156	62,4	1243,1 (101–4368)
Несколько раз в неделю	80	32	3583,4 (357,2–12000)
Каждый день	14	5,6	20872,5(2034–99350)
Профессия			
Учителя	23	10	897,9 (168,3–7990)
Студенты	47	21	974,6 (101–3403)
Рабочие	89	40	2121,1 (305,7–7990)
Фермеры	66	26	2226,6 (307,8–10400)
Рыбаки	25	10	14824,6 (2118–99350)

При исследовании частоты потребления рыбы и частоты потребления морепродуктов результаты показали, что существует положительная корреляция между частотой и средним содержанием ртути в волосах.

Можно сказать, профессия людей и их условия работы отражаются на накоплении ртути в их волосах через привычки к потреблению рыбы и морепродуктов. Содержание ртути зависит от рода занятий: самое низкое у учителей, студентов; затем возрастает у рабочих, фермеров; самое высокое у рыбаков.

Поступление ртути в организм людей происходит с рыбой и морепродуктами. Содержание ртути является наиболее высоким в образцах волос мужчин-рыбаков, постоянно употребляющих рыбу. Максимальные значения накопления ртути зарегистрированы у людей в пожилом возрасте (60 лет). Анализируя образцы волос людей, было обнаружено, что накопление ртути зависит от пола, профессии и жизненных привычек людей. Люди, живущие в районах, загрязненных опасным экотоксикантом – ртутью, находятся в зоне экологического риска.

1. Pacyna, E. G., Pacyna, J. M., Sundseth, K. J. et al. Global emission of mercury to the atmosphere from anthropogenic sources in 2005 and projections to 2020, *Atmos. Environ.*, 2010. – vol. 44. – PP. 2487–2499.

## ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН НЕКОТОРЫХ КУЛЬТУР

*Л.В. Нестерук*

*А.С. Домась, научный руководитель, канд. с.-х. наук, доцент  
Брестский государственный университет им. А.С. Пушкина  
г. Брест*

Продуктивность сельскохозяйственных растений до сих пор напрямую зависит от внесения различного вида удобрений и использования пестицидов. Однако, помимо положительной роли, эти вещества постепенно способны приводить к ухудшению экологического состояния территории, на которой они применяются. Тренд современного сельского хозяйства – забота об окружающей среде, поиск и применение экологически безопасных веществ. В последнее время в растениеводческой отрасли в качестве стимуляторов роста и органоминеральных удобрений широкое распространение получили гуминовые препараты. Они способствуют увеличению урожая основных культур и повышению качества сельскохозяйственной продукции [1]. Несмотря на в целом положительное влияние гуминовых удобрений на сельскохозяйственные растения, эффективность их применения может варьировать в зависимости от конкретной культуры.

Цель – сравнить влияние некоторых гуминовых препаратов при предпосевной обработке семян некоторых сельскохозяйственных культур на их посевные качества.

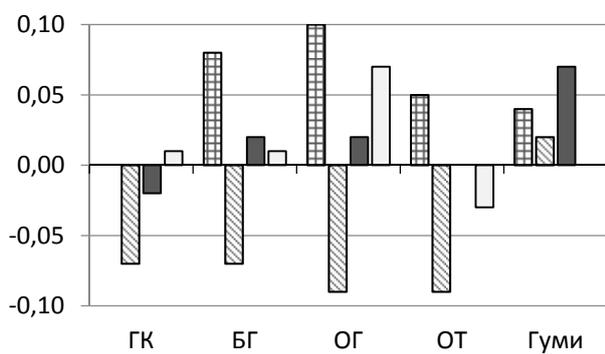
Опыт проводился на базе кафедры ботаники и экологии БрГУ им. А.С. Пушкина в апреле–сентябре 2019 г. В качестве сельскохозяйственных культур были использованы виды, относящиеся к 3-м семействам: *Lepidium sativum* L., *Solanum lycopersicum* L., *Raphanus sativus* L., *Festuca rubra* L. Для опыта использовались следующие гуминовые препараты: «Оксидат торфа» (ОТ), «Гумат калия» (ГК), «Оксигумат» (ОГ), «Биогумус» (БГ), «Гуми». В качестве регистрируемых параметров определялись показатели энергии прорастания и всхожести. Семена замачивались в течение 24 ч. в тестируемых препаратах. После замачивания семена равномерно выкладывались по 30 шт. в чашки Петри на смоченную отстоявшейся водопроводной водой фильтровальную бумагу и выставлялись на проращивание в темное место. Температура проведения опыта составила 20–22 °С. В качестве контроля использовалась отстоявшаяся водопроводная вода. Учет энергии прорастания и всхожести производили согласно ГОСТ [2]. Опыт проводился в трехкратной повторности.

Применение предпосевной обработки семян препаратами гуминовой природы оказывало слабо выраженный эффект на регистрируемые показате-

ли, который зависел от вида применяемого препарата и от видовой принадлежности сельскохозяйственной культуры.

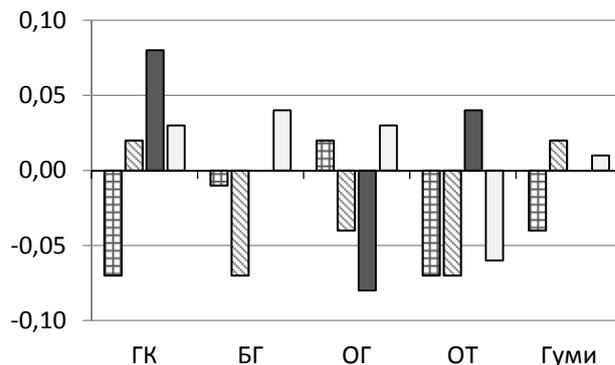
Так, практически все препараты оказывали ингибирующее действие на показатель энергии прорастания *Raphanus sativus* L. (рис. 1). Также большинство препаратов оказывало положительный эффект на тот же показатель для представителя того же семейства – *Lepidium sativum* L. Незначительным влиянием на показатель энергии прорастания прочих культур характеризовались такие препараты, как «Гумат калия», «Биогумус», «Оксидат торфа».

На стадии всхожести действие препаратов носит более разнонаправленный эффект, зависящий от конкретной сельскохозяйственной культуры (рис. 2). Так, большинство препаратов, кроме «Оксидата торфа», оказывало слабый стимулирующий эффект в отношении злаковой культуры – *Festuca rubra* L. Действие гуминовых препаратов в отношении *Raphanus sativus* L. характеризовались преимущественно отрицательным влиянием также и на стадии всхожести. Всхожесть семян *Solanum lycopersicum* L. напрямую зависела от вида препарата. Так, «Биогумус» и «Оксидат торфа» оказывали стимулирующее действие, тогда как показатель всхожести под влиянием препарата «Оксигумат» отличался наибольшим негативным результатом.



■ L. sativum ▨ R. Sativus ■ S. Lycopersicum □ F. rubra

Рис. 1. Влияние гуминовых препаратов на энергию прорастания



■ L. sativum ▨ R. Sativus ■ S. Lycopersicum □ F. rubra

Рис. 2. Влияние гуминовых препаратов на всхожесть

Полученные в результате опыта данные показывают, что эффективность гуминовых препаратов при предпосевной обработке семян зависит от видовой принадлежности сельскохозяйственных культур. Эффект предпосевной обработки семян для большинства использованных культур, за исключением *Raphanus sativus* L., носит слабый стимулирующий эффект на стадии энергии прорастания, тогда как в отношении показателя всхожести для большинства сельскохозяйственных культур действие гуминовых препаратов оказывало преимущественно ингибирующее действие.

1. Безуглова, В. А., Полиенко, Е. А., Горбов, С. Н. Биологически-активный препарат гуминовой природы как фактор увеличения урожайности // Научный альманах. – 2016, № 3–3 (17). – С. 454–458.

2. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести (с изменениями № 1, 2): ГОСТ 12038-84. – Москва : Стандартинформ, 2011.

## БИОТЕСТИРОВАНИЕ ВОДЫ РЕК СОДЕМЫ И ШОГРАШ (ГОРОД ВОЛОГДА)

*А.А. Никулина*

*А.Б. Чхобадзе, научный руководитель, ст. преподаватель  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Реки, протекающие на территории города, испытывают большую антропогенную нагрузку. Их загрязнение имеет, как правило, комплексную природу и происходит за счет бытовых и промышленных стоков, а также из-за регулярного засорения мусором природного и искусственного характера. В отдельных случаях загрязнение реки имеет не только хронический характер, но и долгую историю, как в случае с Содемой (участок Золотуха), которая и 130 лет назад была грязной [1]. Антропогенная нагрузка влияет на состояние рек, которое, в свою очередь, детерминирует показатели населения гидробионтов.

Целью исследования является оценка качества воды малых рек Содемы и Шограш методами биотестирования. Задачами исследования являются: 1) проведение биотестирования воды этих городских водотоков; 2) выявление участков с наибольшим загрязнением; 3) оценка влияния суммарной токсичности воды в реках на структуру населения пиявок и систематическое богатство гирудофауны.

Объектами исследования являются реки Шограш и Содема. Содема протекает по городу с юго-западной стороны, имеет длину 15 км. Река Шограш протекает по городу с южной стороны, её протяженность 20 км. Данные водотоки в черте города оказывают определённое воздействие на экотопы и экотопы, сложившиеся вдоль них. Уровень загрязнённости рек оценивается разными исследователями неодинаково, в зависимости от сезона, объекта наблюдений и выбранной методики эксперимента [2].

Сборы проб воды были проведены практически единомоментно (в течение светового дня – 21 февраля 2020 года). Всего было собрано 18-ть литровых проб (по 9 на каждую реку). Биотестирование делалось с использованием трёх тест-объектов: 1) хлорелла обыкновенная (*Chlorella vulgaris*) методом измерения оптической плотности популяции хлореллы при помощи спектро-

фотометра (СФ-2000); 2) кресс-салат (*Lepidium sativum*) методом проращивания семян; 3) редис (*Raphanus sativus* var. *radicula*) методом измерения прироста корней. Каждый эксперимент проводился в трехкратной повторности. В качестве контрольной пробы использовалась дистиллированная вода. Отдельные этапы биотестирования фотографировались, снимки переданы в фонды лаборатории биоразнообразия ВоГУ.

Результаты биотестирования воды рек Содемы и Шограш, полученные в ходе лабораторного эксперимента, приведены в таблице 1.

Таблица 1

### Результаты биотестирования вод малых рек города Вологда

Река Содема		Река Шограш	
течение	уровень загрязнения	течение	уровень загрязнения
Верхнее течение (Окружное шоссе – ул. Костромская)	Слаботоксичная	Верхнее течение (ул. Емельяновская – Осановский пр-д)	Среднетоксичная
Среднее течение (ул. Челюскинцев – ул. Ярославская)	Слаботоксичная/ отсутствует	Среднее течение (Осановский пр-д – ул. Можайского)	Среднетоксичная
Нижнее течение (ул. Мира)	Слаботоксичная	Нижнее течение (ул. Можайского – ул. Турундаевская)	Слаботоксичная

Помимо установления качества речной воды, было рассмотрено влияния отмеченной токсичности на население пиявок (табл. 2). Гирудологические данные получены ранее [3] на тех же самых точках, где брались пробы воды.

Таблица 2

### Влияния токсичности воды на пиявок малых рек города Вологда

Показатели	Река Содема (участок)			Река Шограш (участок)		
	верхний	средний	нижний	верхний	средний	нижний
Токсичность	Слабая	Слабая	Слабая	Средняя	Средняя	Слабая
Кол-во видов / экз-ов	2/16	5/16	5/219	6/21	7/86	7/75

Результаты биотестирования показали, что Содема на всём своем протяжении имеет стабильный уровень загрязнения (слаботоксичная), а Шограш имеет тенденцию к снижению суммарного загрязнения от устья к истоку. Наши данные по Содеме не согласуются с данными других исследователей [2]. Фактор токсичности не играет, судя по текущим данным, значительной роли в формировании структуры населения пиявок.

1. Орнатский, В. И. Медикотопография и санитарное состояние губернского города Вологды: диссертация на степень доктора медицины. – Санкт-Петербург : Тип. Департамента Уделов, 1888. – 198 с.

2. Машихина, Ю. В., Тихановская, Г. А. Оценка экологического состояния реки Содема // Молодежный научный форум : Естественные и медицинские науки. – Москва : Изд. «МЦНО», 2017. – № 1(40) – С. 44–48.

3. Никулина, А. С., Белова, Ю. Н., Чхобадзе, А. Б. Первые данные о фауне пиявок города Вологды (малые реки Содема и Шограш) // Теоретические проблемы экологии и эволюции: материалы VII Любичевских чтений «Качество воды и водные биоресурсы» (6–9 апреля 2020, Тольятти, Россия) / Под ред. Г.С. Розенберга и С.В. Саксонова. – Тольятти : Изд-во «Анна», 2020. – С. 140–145. DOI: 10.24411/9999-039A-2020-10031

## ФАУНА СТРЕКОЗ ЛОЗСКО-АЗАТСКОГО ОЗЕРА

*И.С. Подольский*

*Ю.Н. Белова, научный руководитель, канд. биол. наук*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Актуальность работы определена недостаточной изученностью фауны стрекоз, а также экологических особенностей и биотопических предпочтений отдельных видов этой группы насекомых в Вологодской области.

Цель нашего исследования: изучение разнообразия стрекоз Лозско-Азатского озера. Задачи работы были определены следующим образом: 1) выявить видовой состав стрекоз; 2) описать структуру населения изучаемой группы насекомых.

Материалы и методы исследования. Сборы проводились в августе 2019 года около д. Данилово Белозерского района на заболоченном участке в пойме, а также на заросшем участке озера Лозско-Азатского. Имаго ловили на лету с помощью энтомологического сачка, личинок собирали с применением гидробиологического сачка.

Результаты и их обсуждение. Всего было найдено 11 видов стрекоз, относящихся к 5 семействам и 7 родам. Преобладающими в коллекции оказались виды: *Cordulia aenea* (8 личинок) и *Lestes dryas* (8 имаго).

Сборы в данной местности проводятся уже 3-й год подряд, на этом основании можно сделать некоторые выводы о пространственном распределении и динамике видового богатства стрекоз в районе исследования. Видовое разнообразие как личинок, так и имаго в первой половине лета выше, чем во второй. Также в разные периоды лета меняется спектр преобладающих видов на стадии имаго. В июне и июле наиболее многочисленны виды *Ischnura elegans* и *Coenagrion pulchellum*, а в июле и августе – *Coenagrion hastylatum*, *Cordulia aenea*, *Lestes dryas*.

В конце июля – начале августа фауна стрекоз довольно бедна. В это время большая часть отловленных стрекоз относится к четырем родам: *Lestes*, *Coenagrion*, *Aeshna*, *Sympetrum*. Имаго этих видов имеют определенную пространственную приуроченность. Виды родов *Lestes* и *Coenagrion* встречаются в основном среди травянистой прибрежной растительности, стрекозы рода *Sympetrum* – предпочитают открытые и хорошо освещаемые прибрежные пространства, особи рода *Aeshna* совершают патрульные полёты над поверхностью озера. Интересно, что вид *Cordulia aenea* является многочисленным при сборе личинок, однако имаго у озера почти не отмечаются. Вероятно, имаго вида предпочитают улетать от озера и возвращаются лишь в период размножения.

На основании исследований 2019 года и предыдущих лет, а также по литературным данным и фондовым материалам [1, 2] в акватории и прибрежной части Лозско-Азатского озера отмечено 28 видов стрекоз, относящихся к 7 семействам и 14 родам (таблица).

Таблица

### Состав фауны стрекоз Лозско-Азатского озера

Вид	Источник
1. <i>Coenagrion hastulatum</i>	Полевые исследования
2. <i>Coenagrion pulchellum</i>	Полевые исследования
3. <i>Coenagrion puella</i>	Полевые исследования
4. <i>Coenagrion armatum</i>	Полевые исследования
5. <i>Enallagma cyathigerum</i>	Полевые исследования
6. <i>Erythromma najas</i>	Полевые исследования
7. <i>Ischnura elegans</i>	Полевые исследования
8. <i>Ischnura pumilio</i>	Литературные и фондовые данные
9. <i>Platychemis pennipes</i>	Полевые исследования
10. <i>Lestes dryas</i>	Полевые исследования
11. <i>Lestes sponsa</i>	Полевые исследования
12. <i>Calopteryx virgo</i>	Полевые исследования
13. <i>Cordulia aenea</i>	Полевые исследования
14. <i>Somatochlora metallica</i>	Литературные и фондовые данные
15. <i>Eptecca bimaculata</i>	Полевые исследования
16. <i>Aeschna grandis</i>	Полевые исследования
17. <i>Aeschna juncea</i>	Полевые исследования
18. <i>Aeshna cyanea</i>	Полевые исследования
19. <i>Aeshna affinis</i>	Полевые исследования
20. <i>Anax imperator</i>	Литературные и фондовые данные
21. <i>Sympetrum danae</i>	Полевые исследования
22. <i>Sympetrum vulgatum</i>	Полевые исследования
23. <i>Sympetrum flaveolum</i>	Полевые исследования
24. <i>Sympetrum sanguineum</i>	Полевые исследования
25. <i>Libellula quadrimaculata</i>	Полевые исследования
26. <i>Libellula depressa</i>	Полевые исследования
27. <i>Leucorrhinia pectoralis</i>	Полевые исследования
28. <i>Leucorrhinia dubia</i>	Полевые исследования

Выводы. Фауна стрекоз Лозско-Азатского озера на современном уровне изученности стрекоз в водных объектах Вологодской области характеризуется одними из самых высоких показателей видового богатства. В акватории озера и вблизи водоема отмечено 28 видов стрекоз.

1. Ивичева, К. Н., Филиппов, Д. А. *Anax imperator* (Insecta, Odonata) в Вологодской области // Междунар. журн. прикладных и фундаментальных исследований. 2015. – № 10. – Ч. 4. – С. 748.

2. Фондовые материалы Вологодского филиала федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» («ВологодНИРО»).

## БЕЛКИ В МОЛОКЕ РАЗНЫХ ВИДОВ ЖИВОТНЫХ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

*Е.А. Помогаева*

*А.Н. Гундарева, научный руководитель, канд. биол. наук, доцент,*

*О.И. Жукова, научный руководитель, канд. биол. наук, доцент*

Астраханский государственный технический университет

г. Астрахань

В настоящее время, все чаще люди используют в пищу молоко и молочные продукты таких животных, как лошади, буйволы и верблюды. Молоко любого млекопитающего является полидисперсной системой. Виды данного класса отличаются по качественному и количественному составу молока.

Научная новизна работы заключается в том, что в Астраханской области данные виды молока не исследовались.

Цель: исследовать молоко животных Астраханской области и количественное содержание белка.

Задачи – определить количественное соотношение казеина, альбумина и глобулина в молоке разных сельскохозяйственных животных.

Объекты исследования: молоко коровье, козье, овечье, кобылье, верблюжье, буйволиное.

Определение казеина в молоке осуществлялось рефрактометрическим методом. Он основывается на измерении разности показателей преломления луча света после прохождения его через молоко и безбелковую молочную сыровотку, полученную из той же молочной пробы.

В современном мире особую ценность представляет количество белка в цельном молоке. В данном продукте содержатся три группы белка: казеин, альбумин и глобулин. Известно, что на количество белка в молоке влияют как генотипические особенности (около 50 %), так и паратипические факторы

внешней среды (около 40 %). В частности, к последним относятся калорийность и полноценность рациона питания, здоровье и функциональное состояние животного, условия содержания, время года и другие показатели [1].

Среди белков молока выделяют 2 наиболее важные группы: сывороточные (20 %) и казеины (80 %). На сортовые особенности молока и других видов молочной продукции значительное влияние оказывает насыщенность солями, кислотность (рН), а также реакции разных видов казеинов на термическую обработку.

На рисунке показано количество казеина, альбумина и глобулина в молоке сельскохозяйственных животных.

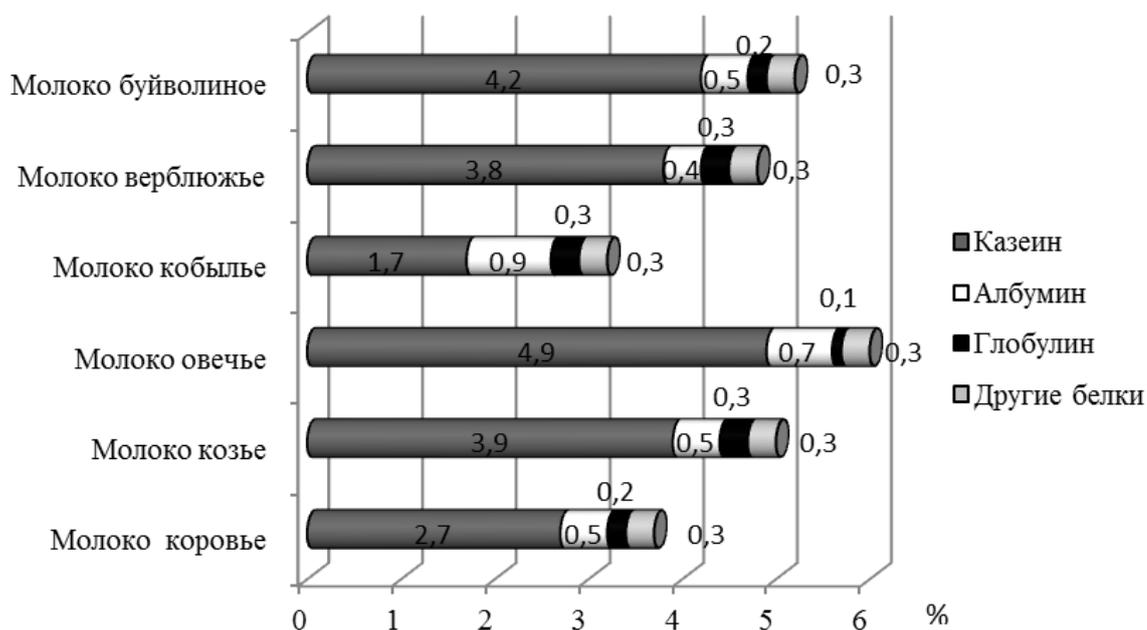


Рис. Казеин, альбумин и глобулин в молоке сельскохозяйственных животных

Во всех пробах молока самым многочисленным является казеин. Это объясняется с тем, что казеин считается основным белком в молоке, в отличие от альбумина и глобулина. Наибольшим количеством казеина характеризуется овечьё (82 %) и буйволиное (81 %) молоко. Меньше казеина содержится в кобыльем молоке (53 %).

По содержанию альбумина на первом месте стоит кобылье молоко – 28 %. Это связано тем, что кобылье молоко относится к альбуминовой группе. Наименьшее процентное содержание альбумина зафиксировано в верблюьем и буйволином молоке (9 %).

Самым малочисленным из всех изученных белков является глобулин. Его содержание в молоке, в сравнении с другими белками очень мало. В исследованных пробах его количество колеблется от 2 % до 10 %. Меньше всего его содержится в овечьем молоке.

1. Гунькова, П. И., Горбатова, К. К. Биотехнологические свойства белков молока. – Санкт-Петербург : ГИОРД, 2015. – 216 с.

## НЕОБХОДИМОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ МЕСТНЫХ ТРАВ И КУСТАРНИКОВ В ОЗЕЛЕНЕНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ (НА ПРИМЕРЕ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ)

*Д.И. Суходолина*

*Е.В. Кармазина, научный руководитель, канд. биол. наук*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Озеленение автомобильных дорог является одним из основных видов работ по их ремонту и содержанию. Особое значение придается укреплению откосов (конусов) земляного полотна путем засева их специально подобранными травосмесями.

Согласно Отраслевой дорожной методике (далее ОДМ) выделяют 7 агроландшафтных районов на территории РФ. Вологодская область относится ко второму району – европейская часть России с достаточным увлажнением. Для этого района подходят травосмеси универсально типа для всех условий произрастания [2]. Рекомендуется следующий ассортимент травянистых растений для укрепления откосов дорожного полотна, который состоит из представителей семейства злаковые: мятлик луговой, мятлик альпийский, мятлик болотный, мятлик обыкновенный, мятлик сплюснутый, полевица гигантская, полевица луговая, пырей бескорневищный, пырей ползучий, овсяница красная, овсяница тростниковая, райграс пастбищный, кострец безостый, тимopheевка луговая, двукосточник тростниковый, лисохвост луговой, бекмания обыкновенная, ежа сборная.

Анализируя данный список можно отметить, что мятлик альпийский, мятлик болотный, райграс пастбищный и бекмания обыкновенная являются редкими видами для Вологодской области. Вероятнее всего эти виды будут выпадать из ценоза, поскольку будут вытесняться сорной растительностью. Растения данных видов прихотливы к условиям произрастания и дерновые покрытия из данных трав будут требовать больших вложений, так как их посадочный материал дорогой. Из травянистых растений можно рекомендовать, помимо злаков, включать бобовые растения, такие как клевер ползучий, клевер луговой, донник белый и донник желтый.

Согласно ОДМ [1], Вологодская область относится к лесной природной зоне и для нее рекомендуется ассортимент древесной и кустарниковой растительности, представленный в таблице.

Таблица

**Рекомендуемый ассортимент древесной и кустарниковой растительности  
для посадки защитных насаждений вдоль дорожного полотна  
в лесной природной зоне**

Категории	Виды
Низкие кустарники высотой до 2 м	Шиповник, спирея иволистная, спирея калинолистная, дерен сибирский, жимолость татарская
Высокие кустарники высотой от 2 до 4 м	Ива пурпурная, ирга круглолистная, карагана древовидная, клен татарский, лещина, облепиха, сирень обыкновенная
Низкокронные деревья высотой до 15 м	Вяз приземистый
Высокие деревья высотой от 15 до 25 м	Дуб черешчатый, ель обыкновенная, лиственница сибирская, сосна обыкновенная, тополь канадский, тополь бальзамический

Анализируя данный список, можно сказать следующее: спирея иволистная и спирея калинолистная не подходят для наших климатических условий, будут выпадать из ценозов. Они требовательны к уходу и являются дорогим посадочным материалом. Дерен сибирский можно заменить на дерен белый. Этот кустарник не прихотлив в уходе и хорошо чувствует себя в культуре. Ива пурпурная является редким видом для нашей местности, поэтому ее можно заменить на иву ломкую. Карагана древовидная, лещина также являются редкими видами и дорогим посадочным материалом, поэтому их лучше не включать в посадки. В этот список можно включить боярышник. Это высокий кустарник может служить естественным защитным ограждением от лосей.

Сосна обыкновенная в нашей местности является обычным видом, но в защитные посадки ее лучше не включать, так как она не является пылегазоустойчивым растением и будет выпадать из ценоза. По мере роста крона сосны оказывается вверху, тем самым не будут выполняться функции защитного насаждения. Тополь канадский и тополь бальзамический используют в защитных насаждениях, но через 30–40 лет под действием внешних факторов (в основном от сильных ветров) начинают падать, поэтому эти виды не стоит включать в озеленение.

Таким образом, не все предлагаемые растения, согласно ОДМ, следует применять для озеленения автотрасс. При этом их вполне можно заменять местными видами, которые будут выполнять основные функции по озеленению и защите автомобильных дорог.

1. ОДМ 218.2.045-2014. Отраслевая дорожная методика. Рекомендации по проектированию лесных снегозадерживающих насаждений вдоль автомобильных дорог: утв. Росавтодор – Введ. 24.12.2014. – Москва, 2014. – 48 с.

2. ОДМ 218.2.064-2015. Отраслевая дорожная методика. Методы укрепления откосов земляного полотна автомобильных дорог засевом трав в различных климатических зонах: утв. Росавтодор 30.01.2014. – Введ. 15.05.2017. – Москва, 2015. – 65 с.

## ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНО-СВЕТОВОГО РЕЖИМА НА ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН ОВСА

*Н.С. Трудова*

*О.С. Барзут, научный руководитель, канд. с.-х. наук, доцент*

Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова  
г. Архангельск

Овес принадлежит к роду *Avena*. В сельском хозяйстве широко используется вид овса – овес посевной. Центр происхождения рода *Avena* довольно обширен – от Испании до Северо-Восточного Китая в зависимости от вида. Овес – теневыносливая культура умеренного климата. Период вегетации от 75 до 120 дней. Температура, необходимая для прорастания семян  $+1...+2$  °С, оптимальная температура для всходов и кущения  $+15...+18$  °С. Овес может переносить кратковременные заморозки до  $-9$  °С, однако по мере развития его морозоустойчивость уменьшается: в период цветения заморозки ниже  $-2$  °С для него губительны. Благодаря быстрому развитию корневой системы практически не страдает от весенних засух в отличие от других зерновых культур, однако к летним засухам он менее устойчив. Овес – влаголюбивое растение, он поглощает 60–65 % воды от массы зерна при его набухании. Наиболее важным периодом влагопотребления является период от выхода в трубку до выметывания. Особенно губителен дефицит влаги в почве за 10–15 дней до выметывания, что приводит к резкому сокращению урожая. Однако большое количество влаги приводит к затягиванию периода вегетации, и овес не успевает вызреть до наступления морозов, особенно важное значение это имеет для северных районов.

В отличие от других культурных растений овес менее требователен к почве, так как благодаря развитой корневой системе он обладает высокой усвояющей способностью и может извлекать питательные вещества даже из труднодоступных соединений. Может произрастать на супесчаных, суглинистых, глинистых и торфяных почвах. Эта культура благоприятная для посадки после поднятия целины или лесных вырубок. Благодаря неприхотливости культура имеет широкий район распространения и большие площади посевов. Наибольшие площади посевов в мире сосредоточены в России – 3,3 млн га (общемировая площадь посевов – 11,6 млн га), основная масса которых приходится на лесные и лесостепные зоны с достаточным увлажнением. Однако биологические особенности культуры позволяют ей произрастать и в более холодных районах. Для России северная граница возделывания находится на широте  $67^{\circ}$  с. ш. Кольского полуострова,  $63^{\circ}$  с. ш. в Западной Сибири и  $65^{\circ}$  с. ш. в Восточной Сибири. В Архангельской области посевы могут доходить почти до границы возможного земледелия [1].

В лабораторных условиях был заложен опыт с проращиванием семян овса в пяти повторностях для установления влияния теплового и светового режимов на его всхожесть. В чашки Петри на увлажненную фильтрованную бу-

магу помещали 100 семян. В каждой серии опытов пробы помещали в различные условия. Проба № 1 в комнате 1 в затененном месте, проба № 2 в комнате 1 рядом с окном, проба № 3 в комнате 2 рядом с окном, проба № 4 и № 5 в термостатах без освещения с температурами 25 °С и 30 °С соответственно.

В таблице ниже приведены средние значения всхожести семян овса и условия теплового и светового режима на момент их подсчета. Как видно из результатов, во всех пробах всхожесть семян составила более 50 %. В конце эксперимента всхожесть всех образцов была 94–98 %. Высокие показатели всхожести семян у проб, помещенных в термостаты. Так как овес – теневыносливое растение, отсутствие света не помешало прорастанию семян при достаточно высоких температурах. Также хорошие результаты показали пробы № 1 и № 2. Вероятно, небольшое понижение температуры воздуха (на менее, чем 2 °С) при высокой освещенности не мешает прорастанию семян. Наиболее благоприятной оказалась температура 14,5 °С, что можно наблюдать в пробе № 1, которая на 02.03 показала наилучший результат при данной температуре. Также можно увидеть резкий скачок в прорастании семян у пробы № 3 в период с 02.03 по 04.03 на 41 %, благодаря увеличению совместного более длительного воздействия температуры и освещенности.

Таблица

**Результаты всхожести овса в зависимости от теплового и светового режима**

Дата наблюдения	Условия режима и всхожесть семян	Номер пробы				
		1	2	3	4	5
28.02.2020	-	закладка семян				
02.03.2020	Температура, °С	14,5	14	12,5	25	30
	Освещение, Лк	19	1229	905	0	0
	Всхожесть, %	97	94	53	94	84
04.03.2020	Температура, °С	13,5	12,5	14,5	25	30
	Освещение, Лк	203	6709	6925	0	0
	Всхожесть, %	97	98	94	96	98

Эксперимент показал, что уже на третьи сутки проращивания в указанных условиях опыта семена овса отличаются высокой всхожестью (53–97%), а при длительности проращивания пять суток достигают своего возможного потенциала. Можно сделать вывод, что увеличение освещенности ведет к увеличению скорости прорастания семян, а наиболее благоприятной температурой из предложенных для всхожести овса является 14,5 °С. Однако, как видно из опыта, прорастание семян данной культуры может происходить и при более низких температурах, и даже в отсутствие света. Неприхотливость данного растения и питательная ценность делает его практически универсальной культурой для применения в сельском хозяйстве даже в северных районах страны.

1. Практикум по технологии производства продукции растениеводства: учебник / В. А. Шевченко, И. П. Фирсов, А. М. Соловьев, И. Н. Гаспарян; под редакцией А. К. Фурсовой. – Санкт-Петербург : Лань, 2014. – 400 с.

## ИЗУЧЕНИЕ ТЕМЫ «КОЖА И ЕЕ ПРОИЗВОДНЫЕ» ЧЕРЕЗ ПРОЕКТНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ (В УСЛОВИЯХ СОШ)

*Т.О. Шарова*

*В.В. Соколов, научный руководитель, канд. биол. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Учебное содержание курса биологии на ступени основного общего образования по УМК «Биология. 5–9 классы» включает тему «Человек» – 68 часов, 2 часа в неделю (8 класс), ФГОС [1]. Рабочая программа обеспечивает достижение планируемых результатов освоения основной образовательной программы основного общего образования. На тему «Кожа и ее производные» в программе выделяется 2 часа. Дети не успевают полностью изучить данную тему, усвоить нюансы по уходу за волосами. В настоящее время тема очень актуальна и может вызвать интерес у детей.

Активной, полезной и интересной формой внеурочной деятельности для изучения данной темы может быть создание учебного проекта, который не только поможет детям глубже изучить проблематику данного вопроса, но и позволит сплотить детский коллектив, поэтому целью нашей работы являлось применение проектной технологии для эффективного изучения темы «Кожа и ее производные».

Для достижения цели были определены следующие задачи:

- изучить основные направления и виды внеурочной деятельности;
- проанализировать на основе существующего педагогического опыта возможности, особенности использования проектной деятельности во внеурочной работе по биологии;
- разработать и апробировать учебно-исследовательский проект «Здоровье и красота волос в ваших руках!»;
- проанализировать и сделать выводы об эффективности использования учебно-исследовательской проектной деятельности во внеурочной работе по изучению темы «Кожа и ее производные».

Гипотеза, которую мы выдвинули, предполагала, что учебно-исследовательская проектная деятельность имеет определенный потенциал в повышении эффективности в применении во внеурочной работе по биологии в изучении темы «Кожа и ее производные».

В ходе реализации учебно-исследовательского проекта обучающиеся были разделены на тематические группы по направлению деятельности, каждой из которой были поставлены определенные цели и задачи:

- «Журналисты» – разработка анкеты, обработка полученной информации, разработка буклета;

– «Теоретики» – изучение истории развития волоса, производных кожи, валеологический аспект;

– «Трихологи» – анализ, обзор литературы по имеющимся данным о структуре, строении, гигиене волос, распространённых заболеваний кожи головы, валеологический аспект;

– «Химики» – изучение состава известных шампуней, анализ и выводы о входящих в состав веществ.

Роль учителя в этом проекте – роль скрытого координатора, который помогает советами и направляет работу групп.

На отчетном занятии каждая группа представила свои результаты исследования. Продуктом реализации проекта стал информационный буклет с рекомендациями по уходу за волосами, историей и валеологическим аспектом по теме исследования. Буклеты были розданы обучающимся школы и жителям нашего поселка.

В работе мы высказали предположение о том, что внедрение проектной технологии во внеурочную деятельность позволит повысить заинтересованность обучающихся к изучению данной темы и результативность его изучения, знания будут более глубокими и прочными. Это находит свое подтверждение в том, что участие в мероприятии принимали все обучающиеся. Ребята очень активно включились в работу. Каждая группа с интересом искала материал по своей теме, консультировалась со специалистами, работала с литературными источниками. На отчетном занятии «Здоровье и красота волос в ваших руках!» обучающиеся не только защищали свои доклады, но и задавали вопросы другим группам. А самым главным в реализации проекта стало приобретение обучающимися проектировочных и коммуникативных умений, что поможет им в дальнейшем обучении.

При обсуждении докладов учитывалось:

- полнота освещения (раскрытия) выбранной темы;
- наличие и значимость выводов;
- использование литературных источников (знание предмета исследования);
- анализ полученных данных и выводы по ним;
- качество оформления работы;
- самостоятельность при выполнении исследований и работы в целом.

Можно заключить, что примененная во внеурочной деятельности проектная технология является не только средством обучения по определенной тематике, но и способом развития личностных компетенций обучающихся.

1. Колесов, Д. В., Маш, Р. Д., Беляев, И. Н. Биология. Человек. 8 класс: Учебник для общеобразовательных учебных заведений. – Москва : Дрофа, 2015.

## ТУРИСТСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

*Н.А. Андрианова*

*Л.А. Межова, научный руководитель, канд. геогр. наук, доцент*

Воронежский государственный педагогический университет

г. Воронеж

Россия имеет довольно высокий культурно-исторический и природный потенциал, но, несмотря на это, занимает незначительное место в мире на туристском рынке. Одной из важных причин, тормозящих развитие туризма в России, является недооценка потенциала регионального туризма. Для развития туризма региональные особенности каждого субъекта имеют большое значение.

В последние годы все больше внимание туристы уделяют северным районам нашей страны, которые занимают более половины ее территории, в том числе и Мурманской области. Ежегодно более тысячи туристов – рыболовов и охотников из США, Англии, Франции, Японии и других стран – проводят лето в комфортабельных лагерях Кольского полуострова, занимаясь в основном рыболовством и охотой. Этому занятию способствуют климатические условия, тесно связанные с географическим положением региона. Мурманская область имеет большое количество рек, озёр и омывается незамерзающим Баренцевым морем, что является очень привлекательным для рыболовов и охотников.

Кольский полуостров – это территория бескрайних диких сопков, открытой всем ветрам тундры, таежных лесов, бесчисленных рек и озер. Ценители экологических путешествий и фотоохоты могут познакомиться с животным миром Заполярья, увидеть и сфотографировать северных оленей, белых куропаток и полярных сов, а возможно даже хозяина тайги – бурого медведя. Любителей дайвинга ждет уникальный подводный мир двух морей. Многочисленные порожистые реки идеальны для сплава на байдарках и каяках. Экстремальные путешественники могут отправиться на ледоколе и собачьих упряжках к Северному полюсу и к Земле Франца Иосифа. Искателей камней ждут месторождения аметистов, апатитов и других минералов. Те, для кого отдых невозможен без хорошей рыбалки, смогут добыть желанный трофей – морского окуня, зубатку, форель или даже семгу. И, конечно, никого не оставит равнодушным удивительное северное сияние.

Кроме природных красот, в Мурманской области есть и рукотворные. В Апатитах расположен геологический музей, в Заполярном – сверхглубокая Кольская скважина, в Мончегорске – музей цветного камня.

Большой интерес представляет Лапландский государственный биосферный заповедник. Здесь обитает множество видов животных, птиц и рыб, а также знаменитые северные олени, ради которых заповедник и создавался из-

начально. Помимо животного мира, заповедник славится девственными лесами, в которых можно увидеть сосны Фриза и сибирские ели возрастом от 400 до 600 лет.

Есть в Мурманской области места и для любителей загадочного и неизвестного. Например, знаменитое Сейдозеро, которое называют «Жемчужиной Кольского севера». Оно находится в центре Ловозерских тундр на высоте 189 м над уровнем моря, протяженность его 8 км, а ширина от 1,5 до 2,5. Озеро окружено темно-серыми и зелеными скалами и связано с Ловозером вымощенной каменными плитами тропинкой. Саамы почитают это озеро священным, и раньше каждый год у озерных святилищ-сейдов приносили жертвы. В окрестностях Сейдозера зафиксированы многочисленные аномальные явления, и сюда регулярно отправляются экспедиции уфологов и криптозоологов. Сейдозеро известно уникальной водной фауной и редкими видами планктона, а также лопарскими культовыми памятниками – каменными боже-ствами [1].

В этом году в г. Мурманске планируется ввести в эксплуатацию комплекс «Морской фасад» – рекреационно-туристическую зону в районе морского вокзала, что позволит создать новый вид города со стороны моря, решить проблему по приему больших круизных судов и обеспечить гостей и жителей города местом отдыха и проведения праздников.

Таким образом, Кольский полуостров обладает довольно высоким природным и культурно-историческим потенциалом. На территории Мурманской области сосредоточено огромное количество уникальных природных богатств, привлекающих внимание туристов из разных уголков планеты, в регионе находится много памятников архитектуры, что свидетельствует о достаточно продолжительной и интереснейшей истории региона. Но, как и множество других регионов России, она не пользуется особой популярностью. В основном сюда приезжают те, кто уже побывал здесь и знаком с уникальностью региона.

1. Официальный туристический портал Мурманской области: [сайт]. – Мурманск, 2017. – URL: <http://www.murmantourism.ru/profi/doklady-i-prezentacii> (дата обращения 28.03.2020). – Текст. Изображение: электронные.

**ФОТОТУРИЗМ КАК НАПРАВЛЕНИЕ ТУРИЗМА****В.С. Багулина***Н.Д. Серeda, научный руководитель, канд. филол. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Актуальность данного исследования обусловлена, во-первых, необходимостью анализа потребностей туристов в новых видах отдыха, а во-вторых, поиском возможностей повышения конкурентоспособности сферы туризма регионов, что может быть осуществлено в объединяющих их туристских проектах. Целью исследования является разработка фототура – нового туристского продукта в рамках межрегионального историко-культурного и туристского проекта «Серебряное ожерелье России».

Автором изучены причины появления новых видов туризма. В настоящее время туризм как многогранное явление развивается быстрыми темпами и взаимодействует со многими сферами жизнедеятельности, одновременно специалистами констатируется потребность людей в новых впечатлениях, поэтому появляется множество новых видов туризма, смежных с другими отраслями жизнедеятельности. Одним из таких видов является фототуризм, который берет свое начало в XIX веке, когда появилась возможность запечатлеть людей, события, объекты природы и архитектуры на фотографиях.

Далее исследование коснулось дефиниций фототуризма. Выяснено, что определение данного вида туризма в Федеральном законе «Об основах туристской деятельности в Российской Федерации» не даётся. В то же время есть много авторских трактовок и определений, например: «фототуризм – это совокупность отношений и явлений, возникающих в результате путешествия и пребывания людей вне своего постоянного места жительства с целью создания высококачественных фотографий и повышения мастерства фотосъемки, если пребывание не превращается во временное занятие ради заработка» [1, с. 27].

Следует отметить, что фототуризм имеет следующие важнейшие характеристики: с одной стороны, он относится к «ответственному туризму», который в современных условиях – неотъемлемая часть стратегии развития сферы туризма любой территории в интересах её устойчивого развития, а с другой – к хобби-туризму. Так, исследователи указывают, что главной целью фототуризма является совмещение путешествий с получением навыков фотографирования, повышение уровня фотомастерства, а также создание качественных фотографий под руководством сопровождающего туристов фотографа.

Фототуризм может быть классифицирован по разным признакам, например, по объекту фотосъемки – пейзажный, анималистический, городской и жанровый. По уровню мастерства участников фототура и интенсивности программы выделяются мастер-классы, собственно фототуры и фотоэкспедиции. По направлению фототуры делятся на отечественные и зарубежные.

Фототуризм имеет особенности, отличающие его от других видов туризма. Во-первых, фототуры могут быть организованы как туристскими предприятиями, так и фотошоколами и отдельными фотографами. Во-вторых, программа фототура должна быть составлена с учетом природных условий, в первую очередь, освещения. Следующей особенностью следует считать относительно небольшие группы участников тура, обычно до 10 человек, что объясняется необходимостью индивидуальной работы каждого туриста с сопровождающим специалистом.

Изучение практики фототуризма за рубежом позволяет констатировать, что он распространен на всех континентах. Наиболее востребованными фототурами в настоящее время являются путешествие по «Золотому кольцу» Исландии, посещение Полесского заповедника в Беларуси, маршрут по улицам городов Марокко, поездка по национальным паркам Танзании.

Следует указать, что в России фототуризм находится в стадии становления, однако исследования показывают, что большая часть туристов в рамках своих путешествий хотела бы улучшить навыки фотографирования [2, с. 1162]. Пользуются популярностью фототуры по «Золотому кольцу России», первый из которых был организован в 2012 году, в то время как в рамках проекта «Серебряное ожерелье России» в настоящее время нет ни одного предложения фототура при отличном потенциале регионов для его реализации.

В целях повышения привлекательности и узнаваемости проекта «Серебряное ожерелье России» автором разработан новый туристский продукт, готовый к реализации, – фототур «Природный калейдоскоп через объектив». Он является межрегиональным, предполагает посещение Вологодской и Ленинградской областей, республики Карелии. Маршрут предлагаемого фототура включает посещение национального парка «Русский Север» (Вологодская область), природного парка «Вепсский лес» (Ленинградская область) и национального парка «Водлозерский» (республика Карелия). По объекту фотосъемки данный тур относится к пейзажному подвиду фототуризма, поскольку именно богатый природный потенциал территорий определил выбор его маршрута.

Можно уверенно утверждать, что данный фототур, созданный в интересах межрегионального проекта «Серебряное ожерелье России», не только позволит удовлетворить потребность туристов в новых впечатлениях и видах отдыха, но и повысит уровень привлекательности проекта.

1. Астапова, А. И. Фототуризм как перспективное направление ответственного туризма / А.И. Астапова // Cyberleninka: [сайт]. – Текст: электронный – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fototurizm-kak-perspektivnoe-napravlenie-otvetstvennogo-turizma> (дата публикации 10.02.2018).

2. Воробьева, Н. И. Фототуры по России: исследование внутреннего рынка / Н. И. Воробьева, В. А. Короткова – Текст: электронный // Концепт: научно-методический электронный журнал. – 2016. – Т. 11. – С. 1161–1165. – URL: <https://e-koncept.ru/2016/86251.htm> (дата публикации: 14.10.2016).

## СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АГРОЭКОТУРИЗМА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

*Д.В. Волков, А.Э. Чумаков*

*Ю.В. Игнатенко, научный руководитель, канд. экон. наук, доцент*  
Полесский государственный университет  
г. Пинск

Агротуризм является одним из самых динамично развивающихся направлений современного туристического рынка Республики Беларусь. Значимость агротуризма обусловлена тем, что он обеспечивает приток иностранной валюты и пополнение государственного бюджета страны. Создание агроусадбных комплексов решает проблему с занятостью населения, повышаются доходы местных бюджетов, улучшается благосостояние населения, сохраняется локальная культура и обычаи.

Главные показатели агротуристической деятельности РБ на протяжении последних лет неизменно растут (табл.).

Таблица

### Показатели развития агротуристической деятельности в Республике Беларусь [1, с.57]

Показатели	2014	2015	2016	2017	2018
Число субъектов агротуризма, единиц	2037	2263	2279	2319	2473
Численность туристов, обслуженных субъектами агротуризма, человек	318842	294281	301784	351 128	422300
в том числе:					
граждане Республики Беларусь	276995	261335	271410	371500	379168
граждане других стран	41847	32946	30374	33628	43132
Сумма, полученная в оплату предоставленных услуг, млн руб.	102,8	119,6	14,6	17,2	20,2

Обслуживанием агротуристов занимаются агроусадьбы. Их число в 2018 г. увеличилось по сравнению с 2017 г. на 6,3 %, а число туристов, посетивших агроусадьбы, возросло на 16,9 %.

В составе туристов основная доля представлена гражданами Республики Беларусь. Доля иностранных граждан составила 10,2 % в 2018 г. Ежегодно Республику Беларусь пересекают около 10 млн граждан в качестве транзитных пассажиров [1, с. 20]. Поток транзитных посетителей способствует увеличению числа агроусадб и доли занятого в сфере их обслуживания населения.

Данная сфера туризма способствует повышению привлекательности страны для иностранных граждан, однако присутствует и ряд проблем, с которыми сталкиваются субъекты агротуризма и государство, осуществляю-

щее контроль за данной отраслью. Одной из проблем является однообразность ассортимента предоставляемых услуг.

После подписания Указа Президента Республики Беларусь «О развитии агроэкотуризма» №365 от 09.10.2017 [2] кроме услуг размещения и питания, организации спортивных и познавательных мероприятий, в сферу туризма были введены следующие услуги: организация банкетов, презентаций, оказание услуг бань, саун, езда на животных, транспортные услуги, предоставление инвентаря. Расширение спектра услуг будет способствовать повышению прибыли владельцев агроусадеб.

Серьезной проблемой является и недостаточно эффективное продвижение агротуристических услуг. Многие агроусадеб не имеют собственного сайта, однако его наличие дает возможность потребителю быстро и легко найти нужную информацию и связаться с агроусадебой. Владельцам агроусадеб стоит обратить внимание на повышение эффективности рекламной деятельности. Сегодня в мире современных технологий этот фактор является одним из важнейших условий экономического развития.

Важным моментом является сотрудничество агроусадеб с туроператорами, совместная работа над созданием новых, более интересных для иностранных гостей туристических продуктов, которые будут более конкурентоспособными, нежели услуги отдельной агроусадебой.

Таким образом, стимулирование развития агроэкотуризма в Республике Беларусь позволит повысить эффективность данной сферы, увеличить долю экспорта услуг на туристическом рынке и, соответственно, повысить приток иностранной валюты в страну. Развитие туристической деятельности будет способствовать решению таких важных вопросов, как занятость населения в сельской местности, восстановление и реставрация памятников культуры, архитектуры, а также более рациональному использованию земельных ресурсов.

1. Туризм и туристические ресурсы в Республике Беларусь / Национальный статистический комитет Республики Беларусь: официальный сайт – Республика Беларусь, 1998-2020 – URL: <https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/c98/c9876319528dcac1e44ba2ddf7ff6354.pdf> (дата обращения 20.12.2019). – Текст: электронный.

2. Указ Президента Республики Беларусь «О развитии агроэкотуризма» №365 от 09.10.2017 / Национальный правовой интернет-портал Республики Беларусь – Республика Беларусь, 2003-2020. – URL: [http://pravo.by/upload/docs/op/P31700365\\_1507669200.pdf](http://pravo.by/upload/docs/op/P31700365_1507669200.pdf) (дата обращения 20.12.2019). – Текст: электронный.

## ТРАНСФОРМАЦИЯ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ В ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ С 2005 ГОДА

*А.А. Голубева*

*О.А. Золотова, научный руководитель, канд. геогр. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

На территории Вологодской области процесс реорганизации (прекращения деятельности или изменения правового статуса юридического лица) затронул все типы образовательных учреждений. Последний раз географическое отражение системы образования было выполнено в Атласе Вологодской области (2007 г.), поэтому тема работы представляется весьма *актуальной*. *Цель работы*: выяснить результаты реорганизации сети образовательных учреждений Вологодской области в период с 2005 по 2019 год. Для реализации цели нами поставлены следующие *задачи*: осуществить сбор и обработку данных об общеобразовательных учреждениях на территории области, в том числе картирование; проанализировать количество общеобразовательных учреждений и обучающихся, среднюю наполняемость, количество детей на 1000 населения, динамику всех показателей для области в целом и для муниципальных образований. *Объектом* исследования является система образования Вологодской области, *предметом* – трансформация системы образования Вологодской области с 2005 года. В работе использованы данные официального сайта Департамента образования Вологодской области [1].

Анализ данных показал, что количество общеобразовательных учреждений в 2018 году по сравнению с 2006 годом снизилось в 2 раза (рис. 1). Объяснить это явление можно высокой долей реорганизации образовательных учреждений на территории области. Количество обучающихся с 2006 по 2018 год также сократилось в 2 раза. На фоне уменьшения количества школ, их средняя наполняемость увеличивается. Например, в 2006 году в области функционировала 701 школа, а к 2018 их количество сократилось до 344. В 2006 году средняя наполняемость более 200 человек на 1 школу прослеживалась только в Сокольском районе, а в 2018 году – уже в 10 районах.

В период с 1990 по 2005 год отрицательная динамика учащихся наблюдалась на всей территории области. Для сравнения, динамика учащихся с 2006 по 2018 год имеет положительные показатели в Сокольском и Кичменгско-Городецком районе, а также в городах Вологде и Череповце. Положительная динамика количества школ в период с 1990 по 2005 год прослеживалась в Вожегодском, Верховажском, Усть-Кубенском, Междуреченском и Чагодощенском районах. А в период с 2006 по 2018 год количество школ повсеместно снижается.

Для более детального изучения вопроса реорганизации системы образования выбран ключевой район – Шекснинский. На начало 1990-х годов систе-

ма образования Шекснинского района включала в себя 3 начальные, 9 основных и 9 средних общеобразовательных школ. К 2018 году происходит сокращение количества общеобразовательных учреждений – остается 2 основные и 5 средних общеобразовательных школ (рис. 2).

Школы могут быть реорганизованы в формах слияния, присоединения. Слияние – объединение нескольких действующих школ в одну. Примером может служить МОУ «Центр образования им. Н.К. Розова» (в слиянии участвовали Чуровская, Любомировская, Больше-Ивановская, Чернеевская и Ларионовская школы). Присоединение – при такой форме ряд школ прекращает автономное существование. По этому принципу осуществляют свою деятельность МОУ «Нифантовская школа» (присоединились Пачевская, Ершовская и Камешниковская школы), МОУ «Устье-Угольская школа» (присоединились начальные школы № 5 и Никольская), МОУ «Чаромская школа» (присоединилась Больше-Сиземская школа). Таким образом, на территории Шекснинского района появились 4 школы-правопреемника, образовавшие ареалы обслуживания (рис. 3).



Рис. 2. Реорганизация сети общеобразовательных учреждений в Шекснинском районе

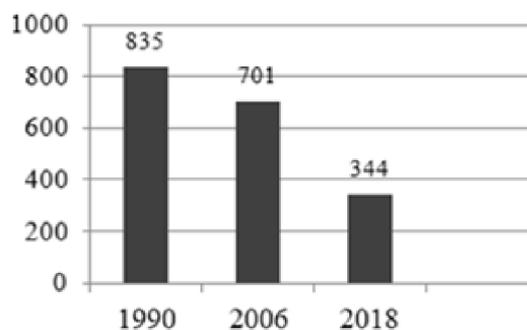


Рис. 1. Количество общеобразовательных учреждений в Вологодской области

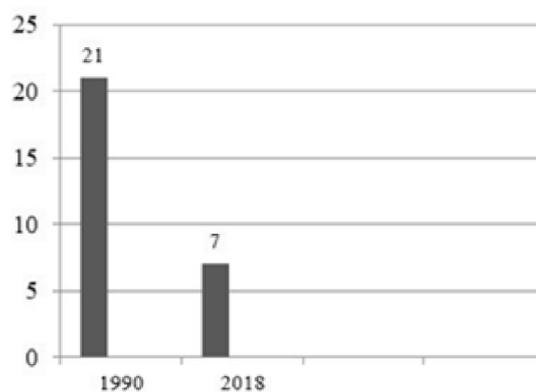


Рис. 3. Количество общеобразовательных учреждений в Шекснинском районе

1. Образовательный портал Вологодской области: сайт – Вологда, 2010-2020.– URL: <https://portal.edu35.ru/> (дата обращения 14.03.2020). – Текст: электронный.

## ОСОБЕННОСТИ ЦИРКУЛЯЦИИ АТМОСФЕРЫ НАД ОНЕЖСКИМ ОЗЕРОМ

*В.А. Кириков*

*О.В. Баженова, научный руководитель, канд. геогр. наук*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Информация о ветрах на акватории крупного водоёма необходима для обеспечения безопасного хождения судов, проектирования и строительства инженерных сооружений, составления прогнозов погоды, оценки распределения осадков. Ветер влияет на гидрологический режим озера, обуславливает некоторые из процессов рельефообразования, развитие которых можно отчётливо проследить при изучении водного объекта. В свою очередь эти процессы можно рассматривать как элементы, определяющие хозяйственное использование территории, в том числе туристско-рекреационную деятельность.

Целью работы является изучение особенностей распределения ветров над акваторией Онежского озера. Для достижения цели были поставлены следующие задачи: определить значения скорости ветра на разных берегах озера, повторяемость ветров по направлениям; дать характеристику влияния акватории Онежского озера на скорость и направление ветра; рассмотреть взаимодействие местных особенностей циркуляции с глобальными элементами циркуляции атмосферы.

В качестве источников информации для анализа распределения средних значений скоростей и направлений ветра использовались данные электронной базы сайта «GISMETEO Дневник погоды» [1] по 7 населённым пунктам на берегах Онежского озера: Медвежьегорск, Великая Губа, Петрозаводск, Кварцитный, Шальский, Вознесенье, Ольково. При изучении влияния акватории Онежского озера на распределение скоростей ветра использовались анимированные слои сайта «Windy: Карта ветров и прогнозов погоды» [2], которые позволяют в режиме реального времени отследить различные метеорологические характеристики. В данной работе для проведения анализа использовались слои: ветер, порывы ветра и волны.

В ходе работы были составлены таблицы, включающие в себя следующие данные: скорость ветра (в м/с), температура воздуха (в °С), их средние значения, повторяемость ветров одинаковых направлений и количество штилей. Для анализа распределения значений использовались летний и зимний периоды. За летний период принимались июнь, июль, август за 2017, 2018 и 2019 гг., за зимний – декабрь, январь, февраль за 2017–2018 гг. и 2018–2019 гг.

В результате обработки данных таблиц были построены розы ветров и графики распределения скорости ветра и температуры атмосферы по населённым пунктам за летний и зимний периоды, общие за летний и зимний периоды и за оба периода. Далее по розам ветров проводился анализ для определения преобладающих и наименее встречающихся направлений ветра, по графиче-

кам определялось влияние направления на скорость ветра и температуру атмосферы. В пунктах, расположенных на разных берегах, была обнаружена разница в повторяемости ветров по направлениям. Например, для посёлка Шальский на восточном берегу Онежского озера, преобладающими ветрами за летний период стали западные, их повторяемость составила 30 %. Тогда как для города Петрозаводск, расположенного на западном берегу, самым часто встречающимся направлением ветра стало восточное – 29 %, при этом также велика осталась повторяемость западных ветров – 24 %.

Анализ розы ветров и графиков за летний и зимний периоды показал, что летом преобладали ветры западного направления, их повторяемость составила 22 %, зимой чаще наблюдались юго-восточные ветры, их повторяемость 21 %, соответственно по периодам эти направления имеют самые высокие значения скорости ветра. Анализ общей розы ветров за оба периода показал, что преобладающими ветрами были западные, их повторяемость составила 20,6 %. Реже всего встречались ветры северо-восточного направления, только 6 %. Повторяемость штилей за всё время составила всего 3 %. По распределению температур можно заметить, что при северных ветрах на исследуемой территории наблюдалось понижение температуры, а при южных – повышение.

По результатам работы со слоями сайта Windy мы сделали выводы о том, что Онежское озеро увеличивает скорость ветров и может менять их направление. Поле максимальных значений скорости ветра образуется непосредственно над акваторией озера и смещено в сторону подветренного берега. Относительно наветренного берега скорость в центре озера увеличивается в разы. При этом, чем выше будет скорость ветра над сушей до озера, тем больше она увеличится над акваторией. Более чётко такое распределение наблюдалось в слое «Порывы ветра», поле которого ещё больше смещалось к подветренному берегу, при этом не покрывая отдельные заливы. Анализируя слой «Волны» была отмечена зависимость их направления и скорости движения от направления и скорости ветра. Также под влиянием ветра увеличивалась высота волн по направлению от наветренного к подветренному берегу.

Таким образом, по большей части на распределение ветров по Онежскому озеру влияют глобальные процессы атмосферной циркуляции, в том числе их сезонные изменения. Летом над акваторией озера образуется барический центр высокого давления, обуславливающий отличие между количеством дней с ветрами одного направления на разных берегах, т.е. происходит увеличение количества ветров с озера. Акватория Онежского озера способствует увеличению скорости ветра относительно прибрежных зон.

1. Дневник погоды / GISMETEO: сайт. – 2019. – URL: <https://www.gismeteo.ru/diary/> (дата обращения 25.03.2020). – Текст. Изображения: электронные.

2. Карта ветров и прогнозов погоды / Windy: сайт. – 2019. – URL: <https://www.windy.com/> (дата обращения 25.03.2020). – Текст. Изображения: электронные.

## ПРОБЛЕМА СОЗДАНИЯ ОХРАННЫХ ЗОН ПАМЯТНИКОВ ПРИРОДЫ РЕГИОНАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ

*А.С. Кобзева*

*Е.А. Иванищева, научный руководитель, канд. биол. наук*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Для защиты природных комплексов особо охраняемых природных территорий (ООПТ) от неблагоприятных антропогенных воздействий Федеральным законом «Об особо охраняемых природных территориях» и Постановлением Правительства РФ от 19.02.2015 г. № 138 предусмотрено выделение охранных зон на прилегающих к ним участках [1]. В Вологодской области с 2018 года ведутся работы по выделению охранных зон памятников природы (ПП), но на 2020 год в области существуют проекты охранных зон только для 18 из 80 ПП. Для определения ширины и конфигурации охранных зон необходим комплексный анализ данных о территориях, граничащих с ПП. Эта задача может быть успешно решена с помощью геоинформационных систем (ГИС). В связи с этим актуальным является создание средствами ГИС картографической базы, содержащей информацию о биоразнообразии, историко-культурных объектах и современном использовании территорий планируемых охранных зон ПП Вологодской области.

Новизна работы заключается в том, что впервые будет создана единая база данных необходимых для выполнения работ по проектированию охранных зон региональных ПП. Кроме того, в рамках исследования разработаны рекомендации по определению ширины охранных зон региональных ПП.

Цель исследования: создание картографической базы для проектирования охранных зон ПП Вологодской области. В задачи работы входит: анализ проблемы проектирования охранных зон ПП в Вологодской области; создание с помощью ГИС-технологий картографических материалов для определения границ и конфигурации охранных зон региональных ПП; разработка вариантов проектов охранных зон для модельных территорий.

Объектом исследования являются памятники природы Вологодской области регионального значения и прилегающие к ним территории. В ходе работы нами проанализирован большой массив опубликованных и фондовых данных о ПП области, нормативно-правовых документов по теме исследования. Картографические материалы в виде векторных тематических слоев создаются в единой проекции средствами ПО QGIS 3.10.

В Вологодской области на 1.04.2020 г. существует 80 ПП регионального значения, для 18 из них выделены охранные зоны. 7 ПП расположены в границах ООПТ федерального и регионального значения и не нуждаются в выделении охранных зон. Таким образом, на настоящий момент в области требуется выделение охранных зон только для 55 ПП. Больше всего таких памятников в Великоустюгском районе (15), Вологодском (7), Бабаевском (5), Вытегорском (5) районах.

Одной из проблем, связанных с проектированием охранных зон, является определение ширины таких зон. В Правилах создания охранных зон указана минимальная ширина охранной зоны для государственного природного заповедника и национального парка – 1 километр [1]. Для ПП таких указаний нет. Опыт других регионов показывает, что при определении ширины охранной зоны учитываются такие параметры, как площадь и тип ООПТ.

В Вологодской области организованы ПП пяти типов: старинные парки (8), ландшафтные или комплексные (21), геологические (18), ботанические (6) и гидрологические (2). Учитывая тип ПП и его площадь, мы рекомендуем на начальном этапе проектирования выделять охранные зоны следующей ширины. Для старинных парков площадью менее 1 га предлагаем выделять охранную зону шириной 10 м, площадью более 1 га – 25 м. Для гидрологических и геологических ПП площадью менее 1 га рекомендуем выделять охранные зоны шириной 10 м, площадью от 1 до 10 га – 25 м, от 10 до 50 га – 50 м, площадью более 50 га – 100 м. Для ландшафтных и ботанических ПП площадью менее 5 га – 25 м, от 5 до 50 га – 50 м, от 50 до 200 га – 100 м, более 200 га – 150 м.

Исходя из требований к созданию охранных зон, нами определен набор данных, необходимых при проектировании охранных зон, и составлен перечень соответствующих тематических слоев. Для каждого слоя разработана структура атрибутивной таблицы. В настоящее время осуществляется работа по наполнению тематических слоев. Итоговый состав картографических материалов будет включать следующие слои: памятники природы; населенные пункты, редкие виды растений и животных, занесенные в Красную книгу Вологодской области; историко-культурные объекты и их охранные зоны; категории земель; объекты транспортной инфраструктуры; водные объекты, их охранные зоны; промышленные и хозяйственные объекты; места размещения кладбищ; места складирования отходов производства и потребления; предварительные границы охранных зон.

В Вологодской области актуальным является создание проектов охранных зон 55 ПП регионального значения. Предварительно определять ширину охранных зон мы рекомендуем, ориентируясь на тип и площадь ООПТ. Картографические данные, создаваемые в рамках настоящего исследования, могут быть использованы для анализа территорий планируемых охранных зон и принятия окончательного решения о конфигурации и ширине таких зон.

1. Постановление Правительства РФ от 19.02.2015 г. № 138 «Об утверждении Правил создания охранных зон отдельных категорий особо охраняемых природных территорий, установления их границ, определения режима охраны и использования земельных участков и водных объектов в границах таких зон» – Текст: электронный // Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации: сайт. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/420254912> (дата обращения 2.04.2020).

## ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ РОССИИ В ПОСТСОВЕТСКИЙ ПЕРИОД

*Е.А. Колтаков*

*Н.В. Солдатова, научный руководитель, канд. геогр. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Для планирования и прогнозирования развития современного общества, для принятия правильных решений в экономической и социальной сферах необходимо анализ демографической ситуации в стране. В постсоветский период произошли значительные изменения в населении нашей страны, что делает актуальным данное исследование. Впервые по всем субъектам РФ проанализирован характер динамики численности населения за переписные периоды с 1979 года.

Цель исследования – выявить и объяснить причины различия в динамике численности населения России в последнее десятилетие существования СССР и последующий постсоветский период.

Задача работы: оценить динамику численности населения России за период с 1979 г. по 2019 г. в целом по стране и отдельно по регионам.

С 1979 по 2019 гг. численность населения России в современных границах увеличилась на 7 % – с 137,6 до 146,8 млн человек. В 1992 г. естественный прирост сменился убылью, которая продолжалась до 2012 г. Естественную убыль компенсировал миграционный пророст. В первый постсоветский период начала 1990-х гг. наблюдалась активная этническая миграция, когда в Россию возвращалось русскоязычное население, а в начале XXI века усилилась трудовая миграция из бывших союзных республик. Происходившее изменение численности населения рассчитано на основе данных переписи населения за период с 1979 г. и данных текущего учета населения на 1 января 2019 года [1, 2].

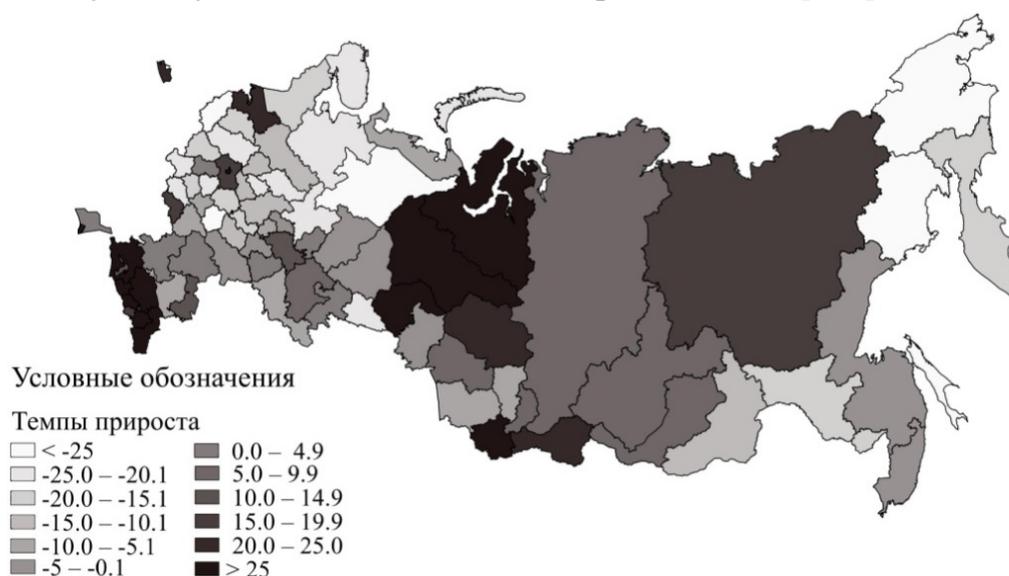


Рис. Динамика численности населения в период 1979–2019 годов

Динамика численности населения по субъектам сильно отличается: в 36 субъектах население выросло, а в 49 – сократилось (рис.).

Среди регионов с наибольшими показателями темпов прироста можно выделить нефтегазовые районы в Западной Сибири (Ханты-Мансийский АО – 192,3 % и Ямало-Ненецкий АО – 243,5 %), где высокие темпы прироста населения обусловлены открытием и дальнейшим развитием главной базы топливных ресурсов, что способствовало стремительному росту миграционного потока, а в дальнейшем – увеличению естественного прироста. Высокий показатель темпов прироста также имеют республики Северного Кавказа, где рост населения изначально вызван высокими показателями естественного прироста, а также миграцией населения после распада СССР в районы с благоприятными климатическими условиями, что характерно, например, для Краснодарского края.

В годы кризиса 1990-х гг. регионы Сибири и Дальнего Востока стремительно теряли население. Больше половины населения потеряли Чукотский АО и Магаданская область, больше четверти – Сахалинская область и Республика Коми. Основные причины миграционного оттока населения – низкая рентабельность производства в условиях крайне неблагоприятного климата, слаборазвитой производственной и социальной инфраструктуры.

В рассматриваемый сорокалетний период население постоянно росло в 12 субъектах РФ. Стабильный пророст был характерен для территорий с высоким естественным приростом (регионы Северного Кавказа) или с большим миграционным притоком населения. К последним относятся регионы России с высоким экономическим потенциалом (Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий АО, город Москва и Московская область, город Санкт-Петербург и Ленинградская область).

Стабильно сокращалось население в 7 субъектах Центрального и Северо-Западного ФО (Брянской, Орловской, Псковской, Рязанской, Тамбовской, Тульской областях и республике Мордовия).

В половине субъектов РФ прирост населения в конце советского периода сменился сокращением в кризисные 1990-е годы. Это регионы, в которых резкое снижение рождаемости и рост смертности не компенсировались миграционным приростом. Улучшение социально-экономического положения в 13 регионах привело к росту населения после 2002 года, что в первую очередь можно объяснить удачной демографической политикой.

1. Всесоюзная перепись населения 1979 г. Численность наличного населения РСФСР, автономных республик, автономных областей и округов, краев, областей, районов, городских поселений, сел-райцентров и сельских поселений с населением свыше 5000 человек. – Текст: электронный // Демоскоп Weekly: сайт . – URL: [http://www.demoscope.ru/weekly/ssp/rus79\\_reg1.php](http://www.demoscope.ru/weekly/ssp/rus79_reg1.php) (дата обращения 14.03.2020).

2. Численность населения РФ на 1 января 2019 года. – Текст: электронный // Реальное время: сайт. – URL: <https://realnoevremya.ru/attachments/1043> (дата обращения 14.03.2020).

## ФАКТОРЫ РОСТА ПОПУЛЯРНОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА

*Д.А. Косторева*

*А.И. Зайцева, научный руководитель, канд. экон. наук*  
Кемеровский государственный университет  
г. Кемерово

В росте популярности экологического туризма можно проследить некую закономерность: она растет пропорционально ухудшению экологического состояния Земли.

Об экологическом туризме заговорили еще в 1980-х годах, но свою популярность он обрел только в конце 1990-х и с тех пор не сдает своих позиций. Его изучением занимался не один ученый, поэтому к настоящему времени существует большой выбор определений данного понятия. Все они сводятся к тому, что экотуризм – это вид туризма, который наносит самый минимальный вред окружающей природе.

Согласно определению, предлагаемому Всемирным фондом дикой природы, под экологическим туризмом понимается туризм, включающий путешествия в места с относительно нетронутой природой с целью получить представление о природных и культурно-этнографических особенностях данной местности, который не нарушает при этом целостности экосистем и создает такие экономические условия, при которых охрана природы и природных ресурсов становится выгодной для местного населения [1].

В некоторых источниках встречается термин зеленый туризм. Однако эти понятия не синонимичны. Зеленый туризм – это одно из наиболее популярных направлений экологического туризма, суть которого заключается в том, что выбравший такое направление турист на время перебирается в село и живет по сельским законам. О зеленом туризме заговорили в 1980-х годах, а к 1989 году американские исследователи на основании опросов туристов отмечали бурный рост популярности данного вида туризма.

Экологический туризм, зеленый туризм, сельский туризм – это все виды природно-ориентированного туризма.

В настоящее время можно выделить три основных направления развития экологического туризма: познавательный, научный и рекреационный.

Познавательный экотуризм заключается в наблюдении за редкими видами растений, млекопитающих, птиц, походы к природным достопримечательностям. Научный экотуризм заключается в экспедициях ученых, практиках студентов, полевых исследованиях. Рекреационный экотуризм заключается в активном и пассивном времяпрепровождении на природе и включает пешие и конные маршруты, сплавы, альпинизм, велосипедные походы и прочие виды

активности. Это разделение достаточно условно, потому как большинство экотуров совмещают в себе познавательную и рекреационную составляющие.

Самым важным фактором, определяющим популярность экологического туризма, является возросший интерес к вопросам сохранения окружающей среды, который становится выше год от года. Все большее число людей хотят посетить уголки природы, не подвергшейся антропогенному влиянию. Люди спешат увидеть то, что с каждым днем становится все уязвимее и в скором времени может перестать существовать в прежнем облики. Поэтому большинство экомаршрутов проложены по территориям с ограниченными режимами использования, таким как заповедники и национальные парки.

Другим не менее важным фактором, влияющим на рост популярности эко-туризма, является возрастание заботы о своем здоровье, поддержание физической формы и, как следствие, увеличение физической активности и времяпрепровождения на чистом воздухе.

Также к факторам роста популярности экологического туризма можно отнести то, что туристы все чаще выбирают путешествия, способствующие их личностному росту. Экологический туризм относится к познавательным видам туризма, в том числе направленным на самопознание и изучение собственных возможностей человека. Главным фактором здесь становится мотивация.

Статистика, представленная на сайте путешествий TripAdvisor, показывает, что экотуристы ежегодно составляют 30 % от общемирового числа туристов [2].

По данным Федерального агентства по туризму в 2018 году только 3 % внутреннего туристического потока России приходилось на экологический и сельский туризм. В предыдущие годы число экотуристов было таким же, в отличие от западных стран, где доля экологических туристов выше. Это связано как с общим количеством туристов, так и с тем, что западные туристы активнее, чем наши соотечественники, поддерживают методы охраны окружающей среды.

В настоящее время экотуризм только выходит на широкий туристический рынок, особенно внутренний. Сейчас экотуризм относится к специальным видам туризма. Это означает, что им пока интересуется довольно узкий круг населения планеты. Однако слышал об этом виде туризма практически каждый, кто в какой-либо степени интересуется путешествиями и экологией.

1. Что такое экотуризм – Текст: электронный // ecotourism.org: сайт. – URL: <https://ecotourism.org/what-is-ecotourism/> (дата обращения 07.02.2020).

2. Экологические путешествия – Текст: электронный // tripadvisor.ru: сайт. – URL: <https://www.tripadvisor.ru/ShowTopic-g294459-i705-k11757700-Russia.html> (дата обращения 07.02.2020).

## ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ГОСТИНИЧНОГО ХОЗЯЙСТВА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

*А.Ю. Котковец, Е.А. Ласькова*

*Ю.В. Игнатенко, научный руководитель, канд. экон. наук, доцент*  
Полесский государственный университет  
г. Пинск

Важной частью туристической отрасли является гостиничное хозяйство. Гостиничная индустрия специализируется на предоставлении одной из важнейших туристских услуг – услуги размещения. Благодаря выгодному географическому положению страны, имеющемуся туристско-рекреационному потенциалу, наличию трансевропейских транспортных коридоров, Республика Беларусь обладает потенциалом для развития туризма, что обуславливает потребность в современных, комфортабельных гостиничных предприятиях и других средствах размещения.

Актуальность данной темы состоит в том, что в Республике Беларусь достаточно много предприятий гостиничного хозяйства, однако большинство из них не соответствуют современным потребностям и запросам туристического рынка. Совершенствование и развитие гостиничного фонда является одним из главных направлений повышения качества оказания туристических услуг в стране.

В Республике Беларусь предоставлены различные по уровню обслуживания и стоимости услуг гостиницы – большие комплексы и мини-отели, люксовые апартаменты и бюджетные хостелы и т.д. На сегодняшний день в Беларуси насчитывается 597 организаций, предоставляющих услуги по размещению, в том числе 338 отелей, 8 мотелей и 204 иных средства размещения [1].

По статистическим данным за 2019 год лидирующие позиции по количеству функционирующих гостиниц и аналогичных средств размещения занимают г. Минск и Минская область – 200 единиц, что составляет 33,5 % от общего в стране количества. Второе после столичного региона место занимает Витебская область – 102 единицы (17,09 %). На третьем месте Брестская область – 92 единицы (15,41 %). Последние в списке по числу средств размещения Гомельская и Могилевская области – 77 и 61 единица, соответственно (10,89 % и 10,22 %) [1].

По количеству размещенных лиц на первом месте находятся г. Минск и Минская область – 1 065 811 чел., что составляет 51,2 % от всего количества размещенных в Республике Беларусь, на втором месте – Брестская область – 314 216 человек (15,1 %), на третьем – Витебская – 206 907 человек (9,9 %).

В Республике Беларусь классификация гостиниц осуществляется согласно ГОСТ 28681.4-95 «Туристско-экскурсионное обслуживание. Классификация гостиниц» [2]. Для определения категории гостиницы используется сис-

тема звезд. По состоянию на 2018 год официально действуют 4 отеля с категорией 5 звезд, 5 отелей с категорией 4 звезды, 35 отелей – 3 звезды, 10 отелей – 2 звезды и 331 отель не имеет категории [1].

Благополучному развитию гостиничной индустрии в Республике Беларусь препятствуют следующие моменты: нехватка высококвалифицированного персонала в сфере гостеприимства, недостаточно высокий уровень обслуживания гостей и ценовая «дискриминация». Ценовая «дискриминация» означает, что на один гостиничный номер существуют различные тарифы для граждан РБ и граждан ближнего и дальнего зарубежья. Например, в Европе данная модель формирования цен в отношении гостиничного продукта недопустима. Кроме этого следует отметить, что подавляющее большинство гостиниц Беларуси устарело и нуждается в модернизации, это проявляется не только в экстерьерах/интерьерах гостиниц, но и в принципах работы их служб. Одной из причин этого является недостаточное финансирование сферы гостеприимства.

Несмотря на перечисленные проблемы в РБ функционируют гостиницы высокого класса, в их числе гостиницы «Пекин», «Президент-отель», «Minsk Marriott Hotel», «Double Tree by Hilton». Все они имеют внушительный номерной фонд, достаточное количество квалифицированного персонала, помимо размещения предоставляют гостям широкий ассортимент дополнительных услуг. К сожалению, такие отели составляют мизерную долю – 0,7 % от общего количества действующих гостиниц и все они сосредоточены в Минске.

Решить существующие в сфере услуг проблемы возможно с помощью привлечения средств инвесторов, которые в перспективе будут грамотно использованы на реконструкцию, модернизацию нуждающихся в них гостиничных комплексов и на подготовку кадров. Особое внимание следует уделить развитию гостиничной индустрии в регионах – это окажет положительное влияние на развитие туризма и социально-экономическое развитие регионов и устранил дисбаланс в территориальной структуре гостиничного сектора.

1. Статистический бюллетень «О развитии туризма, деятельности туристических организаций, коллективных средств размещения Республики Беларусь за 2019 год». – Текст: электронный// Национальный статистический комитет Республики Беларусь: официальный сайт. – Минск, 2019. – URL: <https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/46f/46f64b38d0f1d0895d79b8c1ca8489aa.pdf> (дата обращения 01.03.2020).

2. ГОСТ 28681.4-95 Туристско-экскурсионное обслуживание. Классификация гостиниц (аутентичен ГОСТ Р 50645-94) – Текст: электронный // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации: сайт. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200039730> (дата обращения 01.03.2019).

## ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ВЕПСОВСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

*А.А. Мелехина*

*А.Ф. Осолодкина, научный руководитель*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

История формирования рельефа представляет собой последовательную смену геологических событий с древнейших времен до настоящего времени. Их результатом является формирование комплекса форм и типов рельефа, имеющих определённое геологическое строение и происхождение и определяющих современный облик земной поверхности. Знания данных процессов помогают понять геоэкологическую обстановку любой территории, так как недра играют большую роль в определении условий жизнедеятельности и экологического состояния окружающей среды человека. Изучение истории формирования территории и выявление закономерностей её формирования является неотъемлемой частью прогнозирования её развития в будущем.

*Цель работы* – изучить строение и историю формирования рельефа Вепсовской возвышенности. Для реализации цели поставлены следующие *задачи*: составить физико-географическую характеристику Вепсовской возвышенности, ознакомиться с историей её геологических исследований, по опубликованным и фондовым материалам обобщить геолого-геоморфологическую информацию и определить этапы геологической истории Вепсовской возвышенности. Для выполнения поставленных задач был проведён анализ современного рельефа возвышенности, изучены геологические профили, опубликованные на своём сайте ВСЕГЕИ, и построен авторский вариант профиля через возвышенность, составлены тематические карты территории с помощью программного обеспечения QGIS. *Объектом* исследования является территория Вепсовской возвышенности, а *предметом* – природные особенности и история формирования её рельефа.

По опубликованным данным были установлены следующие физико-географические особенности территории. Вепсовская возвышенность располагается в области с умеренно-континентальным климатом. Гидрографическая сеть включает в себя реки, самыми крупными из которых являются Мегра, Ножема и Колошма, и озёра, в том числе карстовые. Для возвышенности характерна заболоченность, особенно для юго-восточной части (до 40 %). В северной части возвышенности на подзолистых почвах сформировались среднетаёжные леса, а на южном склоне – еловые южнотаёжные на дерново-подзолистых почвах. Ландшафты Вепсовской возвышенности наиболее полно представлены в расположенных в её пределах ООПТ (особо охраняемых природных территориях) – Шимозерский заказник, заказник Колошемский лес,

природный региональный парк Вепский лес и 2 охраняемых болота. Физико-географические особенности территории нашли отражение на построенных тематических картах.

Из публикаций по истории Вологодских земель известно, что освоение территории Вепсовской возвышенности началось в XVI веке вместе с разработкой болотных и железных руд в западной части Вологодской области, а основной вклад в изучение геологического строения северо-западной части области, где расположена возвышенность, внесли А.Л. Буслович, В.И. Гаркуша, И.М. Задорожный, В.Н. Делюсин и М.Ф. Карчевский [1].

Анализ составленной гипсометрической карты показал, что средние высоты Вепсовской возвышенности лежат между 100 до 300 метров. Максимум достигается в северо-западной части – г. Мальгора (304 метра), снижение идёт в северном и юго-западном направлениях. Уклоны поверхности в основном составляют от 2° до 5°. По всей территории Вепсовской возвышенности в основном распространены такие формы ледникового рельефа, как моренные холмы и гряды.

Для изучения геологического строения территории были произведены картографический анализ с построением карт и построение геологических профилей. Анализ карт и профилей показал, что в основании возвышенности лежит валлообразное структурное поднятие осадочного чехла древней платформы, сложенное породами девонской и каменноугольной систем со средней мощностью, равной 100 метрам. Четвертичные отложения представлены ледниковыми, озёрно-ледниковыми, флювиогляциальными, болотными, биогенными, озёрными и аллювиальными со средней мощностью залегания 70 метров. Наибольшее распространение и мощность (150 метров) имеют ледниковые верхнечетвертичные осадки. Самыми поздними являются ледниковые и озёрно-ледниковые образования уринского слоя. Наименьшую мощность имеют биогенные, озёрные, болотные и аллювиальные отложения современного звена (10 метров). Глубина залегания четвертичных отложений изменяется от 50 до 250 метров.

Таким образом, территория Вепсовской возвышенности расположена на пересечении нескольких физико-географических рубежей (границы водоразделов, подзон тайги), её образует валлообразное структурное поднятие, которое сложено породами девонской и каменноугольной системы. Дочетвертичные отложения перекрыты в основном ледниковыми, озёрно-ледниковыми, флювиогляциальными отложениями со средней мощностью залегания 70 метров. На современный рельеф оказали большое воздействие четвертичные оледенения, поэтому широкое распространение имеет ледниковый тип рельефа. Флювиальный тип представлен больше в южной части, а в западной части в связи с распространением карбонатных известняков получил распространение карстовый рельеф.

1. Буслович, А. Л. Объяснительная записка с комплектом карт / А. Л. Буслович, В. И. Гаркуша [и др.]. – Ленинград : Наука, 1998. – 261 с. – Текст: непосредственный.

## МЕДИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ В РАЙОНАХ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

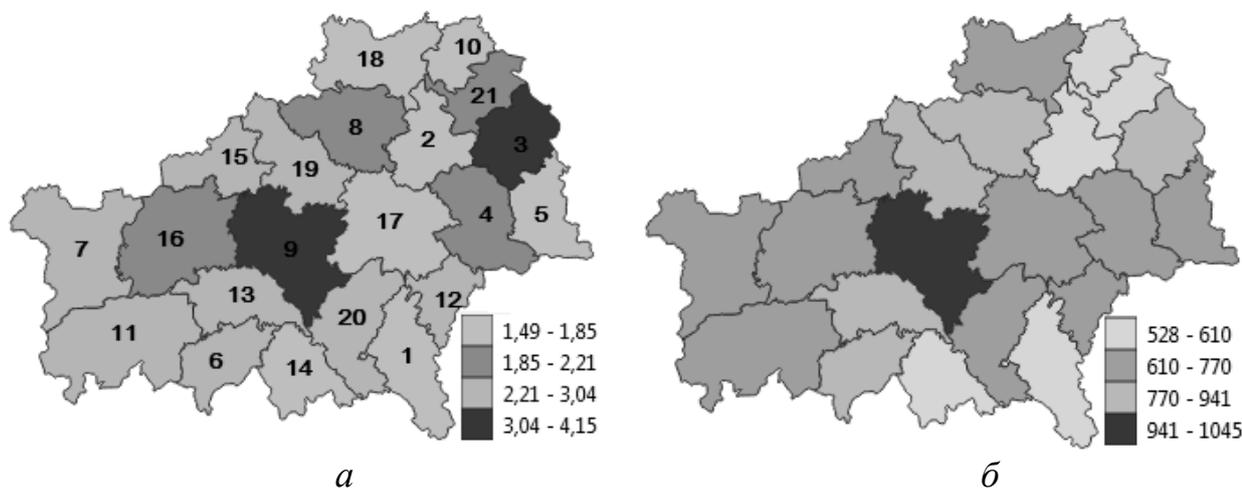
*П.С. Паращенко*

*А.С. Соколов, научный руководитель*

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины  
г. Гомель

Целью работы является выявление пространственных различий в уровне заболеваемости районов Гомельской области и составление медико-географических карт, отражающих данную информацию. Медико-географический анализ заболеваемости можно проводить лишь по данным об общей заболеваемости либо с учётом её структуры по отдельным классам болезней. В последнем случае необходимо вычислить интегральный количественный показатель, который бы учитывал различия между районами по заболеваемости различными классами болезней.

Для вычисления этого показателя все значения заболеваемости по районам (данные брались из информационно-аналитического бюллетеня) [1] были переведены в балльные шкалы с помощью метода линейного масштабирования [2] таким образом, чтобы район с наибольшим значением заболеваемости определённым классом болезней получал 1 балл, минимальный 0 баллов, а остальные пропорциональное количество баллов.



Районы: 1 – Брагинский; 2 – Буда-Кошелёвский; 3 – Ветковский; 4 – Гомельский;  
5 – Добрушский; 6 – Ельский; 7 – Житковичский; 8 – Жлобинский; 9 – Калинковичский;  
10 – Кормянский; 11 – Лельчицкий; 12 – Лоевский; 13 – Мозырский; 14 – Наровлянский;  
15 – Октябрьский; 16 – Петриковский; 17 – Речицкий; 18 – Рогачёвский;  
19 – Светлогорский; 20 – Хойникский; 21 – Чечерский

Рис. 1. Картограммы, построенные по интегральному показателю заболеваемости (а)  
и общему числу заболевших на 1000 человек населения (б)

Затем баллы по каждому классу болезней суммировались и итоговая сумма рассматривалась как интегральный показатель заболеваемости. Всего

были учтены данные по 8 классам болезней. На рисунке 1 для сравнения представлены картограммы, построенные в ГИС QGIS аналогичным способом – по 4 диапазона, разделение на диапазоны осуществлялось по методу Дженкса (естественных интервалов).

Несмотря на высокую степень корреляции между значениями интегрального показателя и общей заболеваемости (+0,70,  $p < 0,05$ ), расчёт интегрального балла на наш взгляд более информативен, так как он учитывает сравнительный уровень заболеваемости для каждого класса заболеваний. Это привело к большей дифференциации районов по интегральному показателю: в самой многочисленной группе районов, выделенной при использовании интегрального показателя, 8 районов, а при использовании общего числа заболеваний – 10. Оба метода одинаково определили наиболее неблагоприятный по заболеваемости район – Калинковичский, но показали различие в определении наиболее благоприятного – Брагинский по интегральному баллу, Кормянский – по общей заболеваемости.

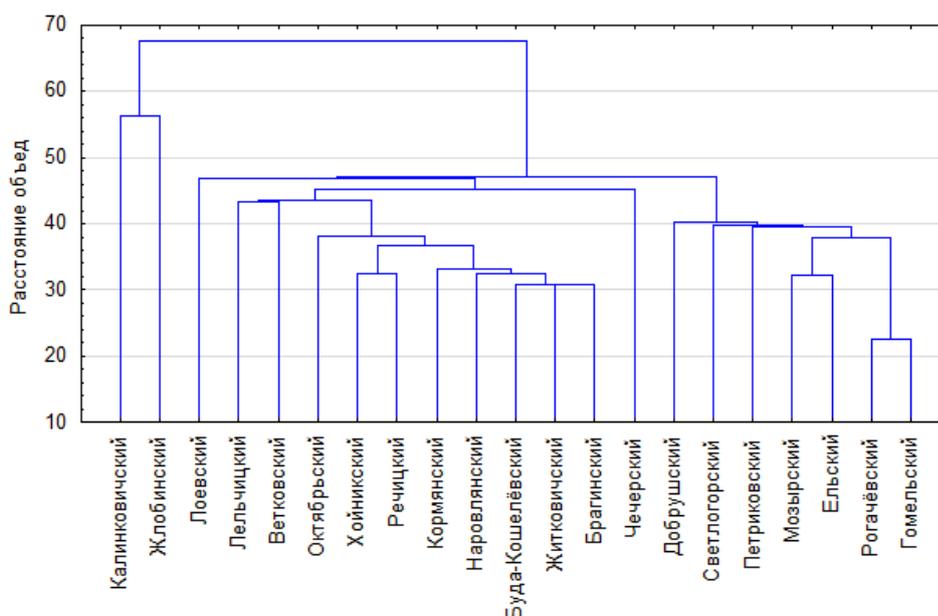


Рис. 2. Результаты оценки сходства районов по уровню и структуре заболеваемости методом кластерного анализа

По информации о числе заболевших на 1000 жителей по каждому классу болезней был проведён кластерный анализ (рис. 2), позволивший оценить степень сходства районов по данному признаку.

1. Здоровье населения и окружающая среда Гомельской области в 2018 г.: инф.- аналит. бюл. Выпуск 24 / под ред. А. А. Тарасенко. – Гомель, 2019. – 93 с. – Текст: непосредственный.

2. Мосякина, Е. А. Методический под ход к оценке качества жизни населения / Е. А. Мосякина. – Текст: непосредственный // Теория и практика общественного развития. – 2014. – № 4. – С. 221–225.

## ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ ООПТ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

*А.И. Смолина*

*А.Ф. Осолодкина, научный руководитель*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

В настоящее время в связи с возросшей и постоянно увеличивающейся антропогенной нагрузкой на современные природные комплексы происходит деградация ландшафтов, утрачиваются уникальные формы рельефа, характеризующие историю становления той или иной территории. В связи с этим в каждом из субъектов Российской Федерации создана и активно функционирует система особо охраняемых природных территорий. Поэтому основная цель нашего исследования: анализ геологических и геоморфологических объектов сети ООПТ на территории Северо-Западного федерального округа. Для подробного изучения данные объекты выбраны не случайно. Их крайняя уязвимость перед любыми воздействиями, невозможность естественного восстановления обуславливают риск утраты объектов, характеризующих наиболее показательные этапы становления современного облика той или иной территории.

Основные задачи, поставленные в работе: выделить особенности тектонического и геологического строения изучаемой территории; собрать данные по ООПТ в каждом из 11 субъектов округа; отобразить исследуемые объекты в соответствии с их категориями и профилями на карте.

Территория Северо-Западного федерального округа является уникальной в плане тектонического строения. Она расположена в пределах нескольких структурных образований: древней Восточно-Европейской платформы, молодой Тимано-Печорской платформы, областей байкальской и герцинской складчатостей. Интересна территория и в плане процессов, происходивших в четвертичный период, а именно чередования пяти покровных оледенений и сменявших их межледниковий, обусловивших становление многих форм современного рельефа. После изучения особенностей формирования территории мы перешли к более подробному анализу преобладающих форм рельефа на территории каждого из субъектов округа.

На основе информационно-аналитической системы «Особо охраняемые природные территории России» [1] в каждом субъекте федерального округа нами были выделены ООПТ геологического и геоморфологического профиля. Всего такой профиль имеют 155 ООПТ из 1134. Объекты были привязаны к основным формам рельефа. Например, в Мурманской области в черте города Мурманска, где на дневную поверхность выходят кристаллические породы

фундамента, широко представлены бараньи лбы, которые охраняются на ООПТ «Бараний лоб у озера Семеновское».

При анализе ООПТ по профилям и категориям было выявлено, что 119 из 155 объектов являются памятниками природы, наибольшая часть всех объектов относится к профилю геологические. Отмечено наличие других профилей, таких как комплексные и ландшафтные, что связано с особенностями присвоения категорий в некоторых субъектах округа. Например, в Новгородской области один объект может иметь до 6 профилей. Также в каждом субъекте была рассчитана доля площади исследуемых ООПТ от общей площади субъекта. Результаты расчетов показали, что наибольшая доля площади исследуемых ООПТ от площади субъекта характерна для Архангельской области и Республики Коми, так как многие объекты входят в состав крупных заказников и в целом занимают большие площади. На заключительном этапе работы нами была построена карта действующих ООПТ в соответствии с их категориями и профилями.

Таким образом, в ходе работы нами были изучены объекты сети ООПТ Северо-Западного федерального округа. Следует отметить некоторые особенности территории, выделенные нами в процессе исследования: 1) положение округа на нескольких тектонических структурах, в том числе на выходящем на дневную поверхность Балтийском щите архейско-протерозойского возраста и связанных с ним комплексом пород и отложений; 2) присутствие на территории следов пяти покровных оледенений и современные процессы экзогенного и эндогенного характера. Эти факторы обусловили наличие максимально разнообразных форм рельефа – обнажений древних пород, ледниковых моренных, озовых, камовых и карстовых форм.

Также отмечена неравномерность распределения выделенных геологических и геоморфологических объектов по территории региона, утрата многими своих профилей (наиболее яркий пример – Вологодская область, где из 27 объектов сохранил свой профиль лишь геологический государственный природный заказник «Урочище Стрельна»); отсутствие у некоторых объектов информационной базы, координат. Например, в Калининградской области насчитывается 10 государственных природных заказников профиля геологические, но ввиду полного отсутствия координат отобразить положение заказников на карте не предоставлялось возможным. Похожая ситуация наблюдается в Новгородской области, где из 35 объектов около половины не имеют координат.

1. ООПТ России: сайт – Санкт-Петербург, 2011-2020. – URL: <http://oopt.aari.ru/> (дата обращения 16.03.2020). – Текст: электронный.

## КОМПЛЕКСНОЕ ПРОДВИЖЕНИЕ РЕКРЕАЦИОННОГО ЦЕНТРА В ПРИГОРОДЕ ГОРОДА БРЕСТА

*А.А. Соболев*

*А.Д. Панько, научный руководитель, канд. ист. наук, доцент*  
Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина  
г. Брест

Рекреационный центр в пригороде г. Бреста – это интеграционный проект в области туризма с дополненным сегментом хозяйственной деятельности в сфере сельского хозяйства.

Планируемое место застройки подобрано на основе анкетирования целевой группы. В результате выбрана территория в Брестском районе с собственным водоемом (рядом с деревней Омелино, Чернавчицкого сельского совета, 20-й км трассы «Брест-Каменец»), кадастровый номер участка: 121200000001000304 [1].

В рамках проекта рекреационного центра предлагается создать в Брестском районе автономную туристическую территорию с комфортабельной инфраструктурой высокого класса.

При планировании и строительстве рекреационного центра необходимо уделять внимание дизайну и практичности. С экологической точки зрения центр должен быть построен из натуральных материалов, например из дерева. Такой центр обладает массой преимуществ: он красиво смотрится на фоне лесных насаждений, является теплым и практичным.

Для того чтобы провести комплексное продвижение центра на рынке туристических услуг, необходимо поработать над его рекламой.

Прежде всего необходимо выявить целевую аудиторию. В нашем случае это:

- туристы, предпочитающие семейный отдых (во время отпуска или на выходные дни);
- любители активного отдыха;
- корпоративные клиенты, компании, которые приезжают для проведения переговоров, тренингов или конференций;
- жители близлежащих городов, планирующие отдых в компании друзей или родных по поводу какого-либо праздника.

Для того чтобы данной аудитории было проще определиться с выбором места отдыха, для комплексного продвижения рекреационного центра необходимо выполнить следующие шаги:

- 1) *запуск контекстной рекламы в интернете;*
- 2) *создание сайта.* Сайт нужен для того, чтобы в поиске по ключевым запросам находить ответы на главные вопросы: где центр расположен, чем там можно заняться, сколько это стоит, как туда добраться, есть ли там какие-то акции и многое другое;

3) **создание несложного фирменного стиля**, в котором есть элементы внутренней навигации;

4) **приглашение фотографов для того**, чтобы они сделали пару прекрасных снимков самого рекреационного центра и окружающей его природы. Возможно пригласить видеографа с квадрокоптером. Качественная визуальная видеосъемка нужна не только для создания сайта и наполнения сообщества в социальных сетях, но и для оптимизации продаж различных услуг в рекреационном центре. Потому что потенциальные туристы, в первую очередь, хотят увидеть общую картину;

5) **создание группы Вконтакте и странички в Instagram**. Функция у данных социальных сетей точно такая же, как у сайта – помощь потенциальным туристам в получении ответов на вопросы. Собственно, вся контентная стратегия и строится на этих ответах;

6) **запуск таргетированной рекламы**. В первую очередь необходимо будет рекламировать акции и конкурсы. Вариантов для таргетирования достаточно много: коллеги и конкуренты, группы о туризме и т.д.;

7) **запуск стимулирующих акций**. Один из простых вариантов – это розыгрыш входных билетов на территорию рекреационного центра в социальных сетях, а также работа с купонаторами. Например, конкурс репостов с призом «два входных билета на целый день в рекреационном центре». С купонаторами же вообще можно работать, предлагая потенциальным туристам большую скидку или сутки посещения в подарок, но только в будние дни;

8) **реклама на радио**. Радио – это один из важнейших источников информации, в том числе и рекламной. Широкий охват аудитории радиостанций позволяет данному средству рекламы быть одним из наиболее эффективных. С помощью радиорекламы можно продвигать любые услуги, так как радио можно услышать везде.

Как все уже давно заметили, главный плюс социальных сетей состоит в том, что для получения новых клиентов можно не ждать ни создания фирменного стиля, ни создания сайта.

Итак, что же касается контентной стратегии. Исходя из всего, можно выделить следующие векторы:

- **красивые фотографии**. Это основной вид контента, который создается даже без участия центра. Просто выбираем лучшие по хэштегу или геолокации и отмечаем автора;

- **новости компании**. При грамотной подаче этот вектор также интересен. Через него можно показать, что центр развивается, причём в привычной для людей форме в социальных сетях – в форме блога.

1. Публичная кадастровая карта Республики Беларусь: сайт. – Минск, 2020. – URL: <http://map.nca.by/map.html> (дата обращения 17.03.2020). – Текст. Изображения: электронные.

## МЕТЕОДААННЫЕ ДЛЯ КАРТОФЕЛЕВОДСТВА В ОНЕЖСКОМ РАЙОНЕ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

*А.С. Фомина*

*О.С. Барзут, научный руководитель, канд. с.-х. наук, доцент*  
Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова  
г. Архангельск

Актуальность работы заключается в том, что территория Архангельской области, расположенная в умеренно прохладном климате с относительно высокой влажностью воздуха, в целом обладает необходимыми климатическими условиями для выращивания картофеля.

Научная новизна связана с изучением актуальных метеорологических показателей, таких как суммы активных температур, число дней с заморозками, продолжительность и количество выпавших осадков, что позволяет по-новому оценить обеспеченность районов области агроклиматическими ресурсами. Особый интерес вызывают районы, расположенные на крайних северных окраинах материка. Например, территория Онежского района, омываемая Белым морем. Анализ особенностей и динамики вышеперечисленных показателей в период с 2005 по 2019 гг. и стали целью настоящего исследования.

В этой связи были поставлены следующие задачи: 1) собрать и обработать архивные метеорологические данные сайта [gr5.ru](http://gr5.ru) (суммы активных температур, учитывая все значения средних суточных температур воздуха выше +8 °С – биологический минимум температуры, необходимой для развития картофеля), суммы выпавших осадков и число дней с ними, количество заморозков с 15 мая по 15 сентября (примерные сроки вегетации картофеля); 2) выявить особенности современных метеоусловий с точки зрения их влияния на выращивание картофеля.

В ходе анализа метеопараметров, изученных и рассчитанных по данным архивов погоды [2] для Онежского района в период с 2005–2019 гг., установили, что значение суммы активных температур (САТ) в вегетационный период картофеля соответствовало биологической норме, которая по данным разных источников [1] составляет 1100–1900 °С (для ранних сортов характерен нижний предел). За указанный период суммы активных температур колебались от минимального значения (1294,9 °С) в 2008 году до максимального (1926,3 °С) в 2011 году, что как раз соответствует требовательности культуры в этом показателе (рис. 1).

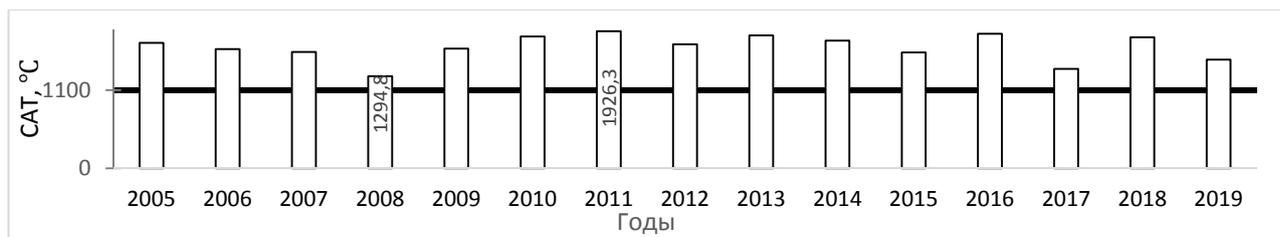


Рис. 1. Суммы активных температур на станции Онега за 2005–2019 гг. по данным [2] (черная черта – нижний предел активных температур для ранних сортов картофеля)

Особенностью исследуемого периода является отсутствие заморозков в Онежском районе в вегетационный сезон 2016, 2015, 2013, 2011, 2010, 2005 годов. Максимальное количество дней с заморозками было в 2008 году. Больше всего их наблюдалось в мае, когда температура воздуха опускалась до  $-2,4\text{ }^{\circ}\text{C}$  (температура губительная для клубней картофеля), также один заморозок был 1 июня, минимальная температура составила  $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  (рис. 2).

В целом за весь исследуемый период в мае заморозки были зафиксированы 22 раза, в июне – 2, осенью был только один заморозок – 11 сентября 2007 года (минимальная температура воздуха составила  $-1,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), а в июле и в августе они отсутствовали вообще.

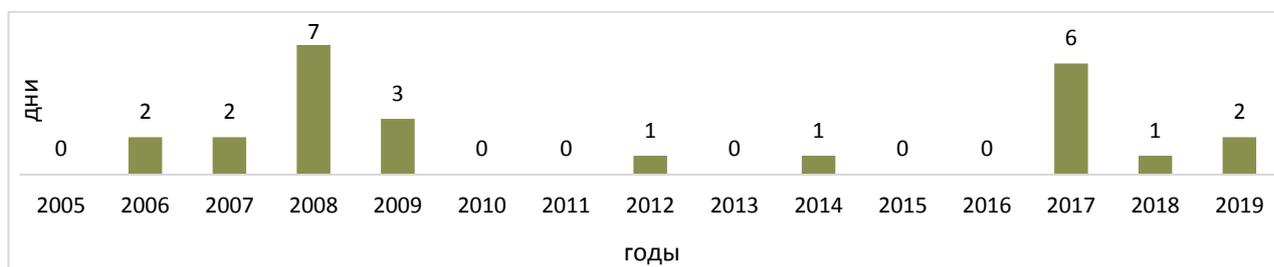


Рис. 2. Число дней с заморозками на станции Онега за 2005–2019 гг. в период с 15 мая по 15 сентября по данным архивов [2]

Интересно, что с 2012 года на территории анализируемого района наблюдается рост атмосферных осадков и увеличение числа дней с ними почти в 2 раза (по сравнению с 2011 годом). Их максимальное количество выпало в 2018 году – 369 мм за 60 дней. Из них больше всего выпало в августе – 143 мм за 17 дней, а меньше всего с 15 по 31 мая – 8,3 мм за 5 дней. Минимум осадков был в 2011 году – 55 мм за 35 дней. В этот год больше всего дождей было в августе – 15 мм за 9 дней, а меньше всего в июне – 4,9 мм за 10 дней (рис. 3).

Максимальное число дней с дождем было в 2016 году – 78 и 2019 – 77, а минимальное в 2005 и в 2010 гг. – 33 дня (рис. 3).

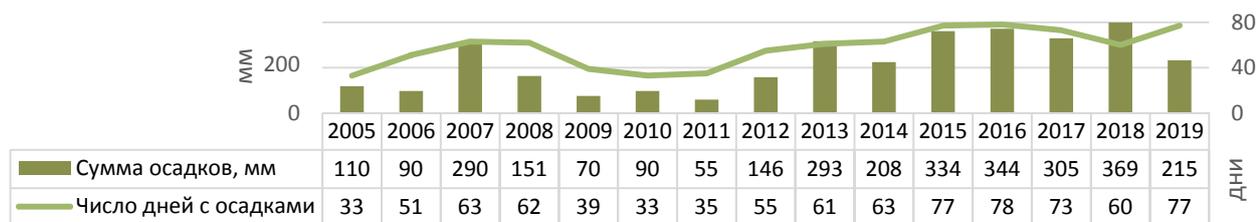


Рис. 3. Сумма осадков за 2005–2019 гг. в период с 15 мая по 15 сентября на станции Онега по данным архивов [3]

Из анализа метеоданных периода 2005–2019 годов в Онежском районе следует, что современные показатели вполне удовлетворяют требованиям к климатическим ресурсам указанной территории для возделывания картофеля.

1. Агрометеорология и показатели для сельскохозяйственных культур для Архангельской области. – Текст: электронный // Climate-energy.ru: сайт, 2007-2020. – URL: <https://climate-energy.ru/> (дата обращения 18.01.2020).

2. Rp5.ru. Расписание погоды: сайт, 2004-2020, – URL: <https://rp5.ru> (дата обращения 29.01.2020). – Текст. Изображение: электронные.

## ЛАНДШАФТНЫЙ ДИЗАЙН АРХЕОПАРКА «САМАРОВСКИЙ ОСТАНЕЦ»

*И.И. Хабибуллина*

*О.Н. Науменко*, научный руководитель, д-р ист. наук, профессор  
Югорский государственный университет  
г. Ханты-Мансийск

Отдых населения крупных городов является важной задачей, так как он позволяет восстановить силы и здоровье трудовых ресурсов. Поэтому особенно актуальным является выделение и благоустройство мест, подходящих для рекреационных целей. Одним из таких высокоаттрактивных мест в городе Ханты-Мансийске является высокая пойма Иртыша, на которой расположен археопарк.

Научная новизна работы заключается в предложении реконструкции археопарка не только посредством оптимизации ландшафтного дизайна, но и строительства прозрачной стены, защищающей от ветра посетителей парка и растения.

Цель исследования: выявить пути по усилению привлекательности и комфортабельности территории археопарка.

Задачи: выявить уровень посещаемости археопарка «Самаровский останец»; проанализировать сильные и слабые стороны археопарка; определить пути повышения привлекательности археопарка для населения.

Для решения поставленных нами задач использованы следующие методы: литературный (анализ научной и популярной литературы, статей из СМИ и интернет-источников), анкетирование в социальных сетях, метод SWOT-анализа (табл.).

Для выявления факторов повышения привлекательности археопарка был проведен SWOT-анализ и опрос в социальной сети «Вконтакте».

Таблица

### Swot-анализ привлекательности археопарка

Сильные стороны	Слабые стороны
1. Высокая научно-просветительская значимость парка. 2. Уникальный культурно-туристический объект, не имеющий аналогов в России. 3. Удобное географическое положение парка. 4. Близость от гостиничного комплекса «На семи холмах». 5. Одновременно с археопарком можно познакомиться с природным парком «Самаровский чугас».	1. Шумовое загрязнение. 2. Загрязнения воздуха. 3. Неблагоприятный микроклимат. 4. Высокая солнечная инсоляция.
Возможности	Угрозы
1. Увеличение потока туристов и рекреантов. 2. Формирование удобного места отдыха для горожан. 3. Создание топиарного парка.	1. Снижение интереса.

Для повышения привлекательности парка и уменьшения влияния сильного ветра необходимы дополнительные посадки растений. Также возможно провести вдоль объездной дороги защитную стену и посадить вдоль нее чередующиеся деревья: тополь пирамидальный и иву ломкую [1].

Археопарк является ведущим туристским объектом в Ханты-Мансийске и Югре. Сильных сторон и возможностей дальнейшего развития у археопарка значительно больше, чем слабых сторон и угроз развития, однако повышению его привлекательности мешает неблагоприятный микроклимат и отсутствие озеленения [2].

Важнейшим способом повышения привлекательности археопарка является его ландшафтный дизайн. Хорошее озеленение археопарка можно получить лишь при создании защитной прозрачной стенки, защищающей территорию со стороны окружной дороги. Выделено 7 видов древесных пород, 8 кустарников, 7 газонных трав, 7 цветковых растений и 6 растений для топиарных скульптур, рекомендуемых для озеленения.

1. Дачная жизнь: сайт, 2010-2020. – URL: <http://dachnaya-zhizn.ru/mozhzhevelnik-v-sibiri-posadka-i-ukhod> (дата обращения 05.02.2020). – Текст. Изображения: электронные.

2. Большаник, П. В. Геоэкологические проблемы трансформации рельефа урбанизированных территорий (на примере городов Западной Сибири) / П. В. Большаник, В. Н. Недбай. – Москва : ИНФРА-М, 2017. – 243 с. – Текст: непосредственный.

## САНАТОРНО-КУРОРТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

*И.Р. Чеплинские*

*А.Ф. Осолодкина, научный руководитель*  
Вологодский государственный институт  
г. Вологда

Санаторно-курортные комплексы являются объектами для лечебно-оздоровительного туризма, который остаётся популярным на протяжении столетий и является доступным для широких масс населения. Цель исследования – изучить санаторно-курортные комплексы Калининградской области. Задачи: описать климатические условия изучаемого района; проанализировать гидроклиматические показатели; сравнить санаторно-курортные комплексы Калининградской области по ряду признаков.

Объектом исследования является побережье Калининградской области, предметом – санаторно-курортные комплексы региона.

Для изучения климатических условий территории использовались данные информационной базы ЕСИМО, а именно средние многолетние значения температуры воды и воздуха, солёности воды, скорости ветра, высоты волн и уровня моря. Были проанализированы показатели в городах Балтийск и Пионерский и посёлке Лесное.

В ходе работы были изучены изменения того или иного показателя в течение года и построены соответствующие графики. Самая высокая температура воздуха составляет +18,8 °С в июле в Балтийске, самая низкая – 5,79 °С в январе в Лесном. Максимальная солёность воды – 6,85 ‰ характерна для Пионерского в феврале. Минимум составляет 4,83 ‰ в апреле в Балтийске. Максимальная скорость ветра 5,3 м/с наблюдается в Балтийске во все зимние месяцы, минимальная – 2,9 м/с в августе в Пионерском. Наиболее равномерно изменяется скорость ветра в Балтийске и Пионерском. В Балтийске максимальная высота волн составляет 0,78 м. В Пионерском показатель минимальный – 0,36 м [1].

В ходе работы мы рассмотрели санаторно-курортные комплексы, расположенные на побережье Балтийского моря, и ресурсы для их функционирования. Это санатории «Янтарный берег», «Янтарь», «Отрадное», «Зеленоградск», «Чайка» и отель-пансионат «Волна».

Сравнительный анализ был проведён по следующим показателям: специализация (определяется медицинскими услугами), лечебные факторы (мор-

ской воздух, обогащённой йодом и озоном, сосновые леса, минеральная вода, лечебная грязь, чаще всего торфяная), медицинские услуги (бальнеологические процедуры, физиотерапевтическое лечение, ингаляции, а также иглоукалывание, озонотерапия, гирудотерапия и др.), качество услуг (сертификация, официальные документы, квалификация кадров), дополнительные услуги (тренажёрный зал, СПА-салон, прокат инвентаря, библиотеки, кафе и другие).

Нами было изучено количество услуг, медицинских и дополнительных, предоставляемых каждым учреждением. Их число варьирует от 24 до 48. Затем провели ранжирование по количеству предоставляемых услуг: от 24 до 30, от 31 до 40, от 41 до 48. Наиболее полным спектром услуг обладают санатории «Волна» и «Янтарь». Группу со средними значениями показателя образуют «Янтарный берег» и «Отрадное». Наименьшие показатели характерны для «Чайки» и «Зеленоградска».

При оценке стоимости услуг санаториев чаще всего учитывались цены на проживание с лечением в двухместном или одноместном номере на одного человека. Самая низкая начальная стоимость характерна для санаториев «Отрадное» – 1150 руб. и «Янтарь» – 1210 руб. Самая высокая стоимость отмечена у санатория «Чайка» – 2500 руб. В остальных санаториях начальная стоимость колеблется от 1500 до 1700 руб. за день проживания. Наиболее высокая стоимость проживания в среднем составляет 3000–4000 руб., однако она может подниматься до 11 000 руб. в зависимости от сезона (в летний сезон проживание дороже), размера и комфортабельности номеров.

Исходя из специализации санаториев, предоставляемых медицинских и дополнительных услуг, стоимости проживания с лечением и качества услуг можно сделать вывод, что наилучшими являются отель-пансионат «Волна» и санаторий «Янтарный берег».

Климатические условия на побережье изучаемой территории отличаются, но различия незначительные. Схожи условия в Светлогорске и Пионерском ввиду их близкого расположения.

Температура как воды, так и воздуха ниже комфортной в среднем на 4–6 °С, однако такие условия благоприятны для людей, страдающих от жары и различных заболеваний сердца, почек, от тиреотоксикоза (повышенного уровня гормонов щитовидной железы) и для людей с повышенным давлением и диабетом.

Все санатории предоставляют значительное количество медицинских процедур, в большей степени бальнеологических и грязелечебных, тем не менее, основополагающим фактором развития санаторно-курортных комплексов в Калининградской области является мягкий приморский климат.

1. ЕСИМО. Портал Единой государственной системы информации об обстановке в Мировом океане. Центр океанографических данных ФГБУ ВНИИГМИ-МЦД: сайт, 1999-2019. – URL: Режим доступа: <http://esimo.ru/portal/> (дата обращения 13.03. 2020). – Текст: электронный.

## Содержание

**Секция «ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ  
В МАШИНОСТРОЕНИИ И НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ»**

<i>Галочкин В.А.</i> Методика изучения транспортных потоков АТС и результаты применения методики.....	3
<i>Гольбрайх Д.М.</i> Проектирование универсальной кабины для грузоподъемного оборудования .....	6
<i>Губин В.А.</i> Анализ методики организации дорожного движения на перекрестках .....	7
<i>Жарова В.Д.</i> Ультразвуковые технологии при очистке изделий в машиностроении .....	9
<i>Жирохова Н.Э.</i> Совершенствование организации и технологического обеспечения производства сухого обезжиренного молока .....	11
<i>Землянов А.А.</i> Методика расчета коэффициента полезного действия водокольцевого вакуумного насоса .....	13
<i>Зуев М.С.</i> Анализ результатов оценки мощности двигателя при эксплуатации .....	15
<i>Ковалевич В.В., Рабченя В.С., Кануза М.А.</i> Реверсивно-струйная очистка металлических и бетонных поверхностей от коррозии .....	17
<i>Лаппо С.А.</i> Технология скоростного горячего выдавливания биметаллического стержневого инструмента.....	19
<i>Лобачева А.А.</i> Исследование и проектирование предохранительного механизма щековой дробилки на основе имитационного инженерного анализа напряженного деформированного состояния плиты .....	21
<i>Лукин К.С.</i> Эргодическая оценка надёжности электронных систем управления автомобилем.....	23
<i>Мурышев М.Е.</i> Цифровое проектирование электротранспорта будущего .....	25
<i>Петряшов И.С.</i> Применение аддитивных технологий в промышленности....	27
<i>Тихомиров А.Е.</i> Анализ экологичности электромобиля на водородных топливных элементах .....	29
<i>Цыбиков А.Б., Харлампиев А.К., Митрюшкин И.С.</i> Обеспечение качества формообразующей оснастки, изготовленной 3D FDM-печатью .....	31
<i>Чупков В.А.</i> Перспективное внедрение подзаряжаемого транспорта на территории Российской Федерации .....	32
<i>Шиян М.Н.</i> Исследование и модернизация гидросистемы бумагоделательной машины .....	34

**Секция «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА»**

<i>Алимова А.Н.</i> Зависимость температуры перегрева обмотки трансформатора от коэффициента загрузки .....	36
<i>Алябьев В.О.</i> Воздействие импульсных электромагнитных полей на микропроцессорные устройства .....	37
<i>Ананьева С.Д.</i> Метрологическое обеспечение энергосберегающей политики ...	40
<i>Артёмчик А.А., Чуприк А.И.</i> Малая гидроэнергетическая установка в составе комплексной электростанции .....	42
<i>Балашов Е.П.</i> Цифровые технологии в работе существующих подстанций.....	44
<i>Башарина Е.А.</i> Автоматизированный расчет установившегося режима при проектировании электроснабжения объектов .....	46
<i>Беликов С.Н.</i> Токи в экране и выбор силового кабеля .....	48
<i>Белозерова В.А.</i> Оценка перспектив развития биоэнергетики в Вологодской области .....	50
<i>Белых С.М.</i> Исследование релейной защиты при изолированной и резистивной нейтрали .....	52
<i>Борисова С.Л.</i> Разработка проекта АИИС КУЭ в электрических сетях .....	54
<i>Вологдин П.А.</i> Оценка потенциала энергосбережения в бюджетных образовательных учреждениях.....	56
<i>Григорьев Д.А., Пекин С.Е., Макаровский М.А.</i> Разработка математической модели электропривода ленточного конвейера.....	58
<i>Гуляев Е.А.</i> Анализ сетевой нагрузки GOOSE-сообщений.....	60
<i>Дроздова С.А., Саухина Е.И.</i> Функции отклика демонтажа обмоток электродвигателей с различными системами изоляции .....	62
<i>Захарова А.С.</i> Мероприятия по снижению потерь электроэнергии в городских сетях .....	64
<i>Кичигин А.Ю.</i> Совершенствование методов определения остаточного ресурса изоляции электродвигателей .....	65
<i>Комиссарихина А.О.</i> Применение реклоузеров в распределительных сетях..	68
<i>Лебедев М.А.</i> Система управления электроприводом автономной насосной станции .....	70
<i>Ли В.В.</i> Потери электроэнергии в системах электроснабжения индивидуального жилищного комплекса.....	72
<i>Логинов К.В.</i> Установка FACTS на линию Белозерская – Вологодская .....	73
<i>Мирзокобилова Ф.О., Юсупова М.З.</i> Энергетическая эффективность солнечного коллектора .....	75

---

<b>Михайлова Н.Л.</b> Моделирование релейной защиты в программном комплексе DIGSILENT PowerFactory .....	77
<b>Молчанов Д.С., Молчанов В.С.</b> Возможное применение эффекта Зеебека в создании бесплатной электроэнергии.....	79
<b>Мороз П.А.</b> Совершенствование организационных и технических средств повышения электробезопасности систем электроснабжения .....	81
<b>Мусина А.М.</b> Методика проведения эксперимента по определению сопротивлений контактных соединений коммутационных аппаратов .....	83
<b>Олейникова Е.А.</b> Применение методов оптимизации потерь электроэнергии жилого микрорайона.....	85
<b>Пак И.Т.</b> Релейная защита закрытых электроустановок напряжением 0,4–10 кВ с распознаванием повреждений, сопровождаемых электрической дугой.....	87
<b>Попова С.Н.</b> Лабораторное исследование солнечной энергетики в высших учебных заведениях.....	89
<b>Привезенцев Е.С., Стаценко Т.И., Баев Д.Е.</b> Основные проблемы энергетики и возможные способы их решения.....	91
<b>Рогачёв Е.Д.</b> Сравнение стандартов молниезащиты.....	93
<b>Руденко А.М.</b> Концентраторы солнечной энергии для фотоэлектрической энергетики.....	95
<b>Синовац С.П.</b> Повышение эффективности релейной защиты городской электрической сети .....	97
<b>Смирнов Н.А.</b> Координация изоляции в вопросах грозозащиты .....	99
<b>Сусаренко М.Ю.</b> Инновации как основной механизм трансформации транспортной и энергетической отраслей .....	101
<b>Мун А.А., Утюганова В.В.</b> Практико-ориентированный подход в обучении специалистов электроэнергетики вопросам безопасности жизнедеятельности .....	103
<b>Федосеева В.П.</b> Разработка магнитожидкостных датчиков диагностики вибросостояния оборудования .....	106
<b>Харёва К.М.</b> Расчет кондуктивных помех в контрольном кабеле при ударе молнии.....	108
<b>Черняев Н.В.</b> Оптимизация энергопотребления в корпусе Вологодской областной клинической больницы .....	110
<b>Шмаков Д.Н., Смирнов И.Н.</b> Результат разработки линейки нормативов по электроснабжению многоквартирных жилых домов.....	112
<b>Шодиев Ш., Тоджибоев Д., Отабеков Ш.</b> Измерение величины электромагнитного поля мобильных телефонов .....	114

---

---

**Секция «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
В УПРАВЛЕНИИ ОРГАНИЗАЦИОННЫМИ ПРОЦЕССАМИ  
И ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ»**

<i>Басов А.С.</i> Разработка интернет-магазина одежды с интегрированным конструктором дизайна .....	116
<i>Беляева Е.Е.</i> Информационная система содействия трудоустройству выпускников .....	118
<i>Березина А.А.</i> Виртуальная модель дисциплины «Представление знаний в информационных системах».....	120
<i>Быкова Е.Д.</i> Управление бизнес-процессами предприятия по изготовлению изделий из кожи .....	122
<i>Викторова А.В.</i> Информационная система для автоматизации деятельности детского сада .....	125
<i>Вихрова М.В.</i> Функциональная модель работы с частотными словарями в процессе обучения английскому языку .....	127
<i>Денисова М.В.</i> Информационная система для автоматизации деятельности компьютерного клуба «VolBit» .....	129
<i>Дианов Д.С.</i> Автоматизированные системы разрешения межфункциональных конфликтов на производстве .....	131
<i>Жаравин Д.Е.</i> Система мониторинга и планирования аграрной деятельности .....	132
<i>Зепалов А.А.</i> Автоматизированная система подбора комплектующих персонального компьютера.....	135
<i>Зубарев И.Д.</i> Технологические инновации процесса раскрытия прокладочных материалов .....	137
<i>Зуев К.Д.</i> Повышение отказоустойчивости распределенной информационной системы .....	139
<i>Карганова В.К.</i> Анализ информационных потоков в системе учета материальных ценностей.....	141
<i>Козин Д.Ю.</i> Шаблонизация и редактирование DOM HTML-страниц .....	143
<i>Корыткин Н.Г., Корыткин П.Г.</i> Программное решение для автоматизации сборки проектов в Unity3D .....	145
<i>Корытов И.П.</i> Аппаратный эмулятор жесткого диска на базе CPLD/FPGA ....	146
<i>Котенко А.А., Саидов Д.М.</i> Линеаризация взаимозависимой системы нелинейных регрессий.....	148
<i>Кузнецов М.С.</i> Механизм распараллеливания кода на языке Python.....	150

---

<b>Кузьминых А.Е.</b> Проектирование системы распознавания пневмонии на основе рентгеновских снимков.....	152
<b>Лоборева Л.А.</b> Поиск траектории робота-манипулятора в роботизированной ячейке.....	154
<b>Лучников Я.А.</b> Энергосберегающая система управления уличным освещением.....	157
<b>Медведев А.Ю.</b> Модернизация системы управления лесопильной линии .....	159
<b>Миронова Д.А.</b> Информационная система «Туристическая тропа».....	161
<b>Москалева М.В.</b> Исследование изгибной деформации зубчатых колес из композита .....	163
<b>Мурзаков Э.А.</b> Разработка систем интеллектуального освещения.....	165
<b>Никулин С.В.</b> Разработка интернет-магазина для компании «Инженерные системы» .....	167
<b>Нушкарёв П.В., Ответчиков К.Е.</b> Минимизация затрат на перевозки между группами вершин графа .....	169
<b>Осипов Д.Р.</b> Проектирование системы управления и контроля компрессорной станцией.....	171
<b>Островский В.Л.</b> Инновационная система внутреннего освещения здания университета.....	174
<b>Пинчук И.Г.</b> Разработка гибридного мобильного приложения телефонной книги сотрудников .....	176
<b>Победенко В.М.</b> Повышение конкурентоспособности через эффективные решения с использованием информационных технологий .....	177
<b>Пологова Е.Е., Дёмина Е.Е.</b> Автоматизация информирования о текущей учебной неделе в вузе.....	180
<b>Притыченко И.А.</b> Разработка автоматизированной системы создания рекомендаций по обучению программированию .....	182
<b>Рачис В.А.</b> Разработка устройства для умного дома Яндекс .....	184
<b>Родионыхева Е.Д.</b> Автоматизированное управление событиями безопасности в медицинских учреждениях .....	186
<b>Серебряков Д.М.</b> Совместное использование библиотек React и Redux при реализации пользовательских интерфейсов .....	188
<b>Солдатов М.С., Абрамов М.С.</b> Автоматизация камеры для определения коэффициента паропроницаемости строительных материалов.....	190
<b>Сорокин А.Л.</b> Разработка агрегатора интернет-заказов.....	192
<b>Стариков Л.К.</b> Функциональная модель OBDII симулятора .....	194

---

<b>Сытова А.А.</b> Система текстового взаимодействия с пользователями на базе социальной сети .....	196
<b>Филичева А.А.</b> Информационная система учета договоров на поставку медицинских средств для больницы .....	198
<b>Фомичев Д.Ю.</b> Автоматизированная система учета и анализа средств измерений .....	200
<b>Чаевский А.В.</b> Модуль «Посещаемость» web-приложения «Электронный журнал» .....	202
<b>Чуглов Д.А.</b> Система управления сбытом продукции предприятия с использованием Интернет-канала .....	204
<b>Чукалова Д.А.</b> Методика определения трудоемкости работ программного проекта для ProjectLibre .....	206
<b>Шамахова Е.А.</b> Прогнозирование пассажиропотока автовокзала .....	208
<b>Шаньгина А.А.</b> Классификация данных в платформе «1С:Предприятие» ...	210
<b>Шеркунов Е.В.</b> Разработка адаптивного учебного пособия .....	212
<b>Шляхто М.С.</b> Применение интеллектуальных методов при внедрении решений автоматизации системы управления .....	214
<b>Шуванова А.В.</b> Разработка информационной системы для планирования проведения занятий в компьютерной школе .....	216

### **Секция «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ»**

<b>Биловол Е.О.</b> Особенности организации урока технологии на базе центра ДНК в ВоГУ .....	219
<b>Бушманова Ю.Н.</b> Интерактивные задания по информатике для самостоятельной работы учащихся основной школы .....	221
<b>Дерягина В.С.</b> Методика закрепления изученного материала по темам школьного курса информатики с помощью разработки заданий обучающимися .....	223
<b>Егоров П.В.</b> Разработка интерактивного учебно-методического пособия по языку C++ .....	225
<b>Коппалина А.А.</b> Разработка учебного комплекса для школы японского языка «Кансай» .....	227
<b>Попова А.А.</b> Развитие интеллектуальных способностей учащихся в процессе обучения программированию в школьном курсе информатики .....	229

<b>Попова М.Н.</b> Контекстные задачи как средство интеграции содержания предметных областей математики и информатики.....	231
<b>Прядко К.Ш.</b> Автоматизация процесса выбора транспортного средства для путешествия.....	233
<b>Пугач М.Ю.</b> Разработка messenger для Android на языке программирования Kotlin.....	234
<b>Пчельникова Я.Н.</b> Методические аспекты развития пространственного мышления школьников в процессе решения задач на построение сечений.....	236
<b>Резанова Е.С.</b> Организация самостоятельной работы учащихся при обучении информатике с помощью сервиса Google Classroom.....	238
<b>Сергейчук М.А.</b> Разработка элективного курса «Основы робототехники: конструирование и программирование роботов».....	240
<b>Смелова В.А.</b> Цифровая среда в процессе высшего образования.....	242
<b>Смолина Ю.Т.</b> Цифровая школа как пространство современной системы общего образования.....	244
<b>Суббота Н.С.</b> Разработка учебных навыков виртуального голосового помощника.....	247
<b>Удальцова Е.О.</b> Оценка эффективности применения инфографики на уроках истории в 6-х классах.....	249
<b>Фомичёва И.Ю., Архипёнок У.Н.</b> Способы активизации обучения учащихся посредством информационно-коммуникационных технологий.....	251
<b>Шумская Ю.В.</b> Использование сервиса LearningApps.org в процессе обучения истории.....	253

### **Секция «ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ В ОБРАЗОВАНИИ, НАУКЕ, ТЕХНИКЕ И ИНЖЕНЕРИИ»**

<b>Виноградов П.А.</b> Энергетические способы описания неравновесности системы.....	255
<b>Костерин Ф.С.</b> Астрономические и геодезические системы координат.....	256
<b>Купричева А.М., Кулакова М.И., Шепелина Н.И.</b> Электричество для малышей.....	259
<b>Неспятин А.С.</b> Создание электрической гитары.....	261
<b>Пономарев А.В.</b> Трансмутация радиоактивных отходов в реакторах-дожигателях.....	263
<b>Попов И.А.</b> Инфографика для энергетиков.....	265

---

<i>Тихонов А.Е.</i> Reprocessing of Sludge Lignin in the Environment of High-frequency Plasma .....	266
<i>Чувилева М.А.</i> Прогноз сближений с землей опасных небесных тел.....	268
<i>Шадрин Д.А.</i> Виртуальный тренажер экспериментальных заданий ОГЭ по физике .....	270
<i>Шалагин А.А.</i> Неизвестные массивные тела солнечной системы .....	272

### Секция «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ЗАДАЧИ ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА»

<i>Батова С.В.</i> Совершенствование конструктивных решений при ремонте и реконструкции мостов.....	275
<i>Булатов С.Г., Козленков И.В.</i> К вопросу устойчивости стенок металлического бездиафрагменного многоконтурного коробчатого пролетного строения транспортного сооружения.....	276
<i>Габиева А.Н., Копытова В.А.</i> Исследование адгезионных свойств вяжущих при вспенивании битумов водными растворами поверхностноактивных веществ.....	278
<i>Мезенева Д.С.</i> Эффективные материалы для ямочного ремонта автомобильных дорог .....	279
<i>Истомина Н.В.</i> Система дорожного мониторинга от АО «Минимакс-94»....	281
<i>Быков К.Ю., Рабченя В.С., Лукомский В.С.</i> Биметаллические резцы для снятия асфальтобетонных дорожных покрытий.....	282
<i>Савичев С.А.</i> Новые технологии и материалы, используемые при устройстве водопропускных труб под насыпями автодорог .....	284
<i>Тепляков И.Ю.</i> Исследование возможности приготовления влажных органоминеральных смесей на основе доменных шлаков и битумных эмульсий .....	286

### Секция «АРХИТЕКТУРА И УРБАНИСТИКА»

<i>Альтапова А.А.</i> Туристические кластеры как способ повышения конкурентной идентичности Тотьмы .....	288
<i>Бирюкова М.И., Зеленцов М.В.</i> Исследование детской среды в городе Вологде. Анализ детских площадок .....	290
<i>Герасимовская Е.Н.</i> Методические основы комплексного исследования сельской территории.....	293

<i>Дулупова М.А., Ярославцева Д.С.</i> Сравнительный анализ проектных моделей торгово-развлекательных центров в зависимости от места их возведения .....	295
<i>Лешукова А.А.</i> Проектная концепция центра межэтнических связей .....	297
<i>Радивилова А.Е., Малышева М.Н.</i> Сфера деятельности архитектора в рамках проектной/программной команды.....	299
<i>Шпигина А.В.</i> Методика выявления генного кода исторических кварталов № 85, 96, 97 Вологды.....	301

### **Секция «РЕКОНСТРУКЦИЯ И РЕСТАВРАЦИЯ В АРХИТЕКТУРЕ»**

<i>Бабинина Д.И.</i> Исследование объекта культурного наследия «Дом жилой, XIX в.» в городе Вологде .....	304
<i>Головкина А.А.</i> Исследование объекта культурного наследия «Дом жилой (дер.), XIX век».....	306
<i>Дёмин Д.А.</i> Воссоздание наружного архитектурно-лепного декора Домов культуры.....	308
<i>Кокарева Е.В.</i> Натурные обследования Георгиевской церкви села Косково в Вологодской области .....	310
<i>Крупнова Д.С.</i> Реставрация церкви Успения Божией Матери в селе Верховажье .....	312
<i>Павлов Ф.А.</i> Исследования жилой исторической застройки на улице Мальцева в городе Вологде .....	314
<i>Пестерев К.А.</i> Анализ аналогов церкви Св. Николая Чудотворца в Никольском Торжке Кирилловского района.....	316
<i>Потылицына П.Н.</i> Исследования усадебного ансамбля Соколова в Ярославской области .....	318
<i>Чиркова А.И.</i> Исследования Воскресенского Горицкого монастыря Кирилловского района Вологодской области.....	320

### **Секция «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГОРОДСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА»**

<i>Быков И.Е.</i> Разработка карты дефектов здания на основе метода фотограмметрии .....	323
<i>Глуценко Л.А.</i> Проблемы реконструкции предприятий машиностроения с остановкой и без остановки производства .....	325

<b>Заостровцева А.Р.</b> Повышение уровня комфорта при реконструкции общежитий для рабочих.....	327
<b>Козлова М.А.</b> Оценка ветрового комфорта общественных мест.....	329
<b>Кузин К.М.</b> Анализ конструктивных решений для озеленения плоских и скатных крыш.....	331
<b>Курносков И.А.</b> Сравнительный анализ наружных стен малоэтажных зданий.....	334

### **Секция «СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ И МАТЕРИАЛЫ»**

<b>Буланов С.Э.</b> Сравнительный анализ рамно-каркасных конструктивных схем высотных зданий.....	336
<b>Горбатенко Е.П.</b> Расчетно-экспериментальное исследование влияния относительной влажности арболита на его теплоизоляционные свойства.....	338
<b>Климова В.М.</b> Анализ причин аварий железобетонных конструкций зданий и сооружений.....	340
<b>Кузнецов В.В.</b> Анализ конструктивного решения шпренгельной системы ...	342
<b>Кучин О.Р.</b> Серобетон: возможности и применение.....	344
<b>Лаврентьев П.С.</b> Усиление металлических конструкций композитными материалами .....	346
<b>Ночевалова Ю.А.</b> Расчет общественного здания с учетом прогрессирующего обрушения.....	348
<b>Олейник Е.С.</b> К вопросу энергетической эффективности малоэтажного домостроения в Вологодской области.....	351
<b>Остянко В.В.</b> Предпосылки расчета перекрестных арочных систем против прогрессирующего обрушения.....	353
<b>Пивень В.Ю.</b> Разработка метода расчета трубчатых железобетонных висячих свай .....	355
<b>Сарсенбай А.С.</b> Разработка оптимальных составов и исследование свойств древесно-цементных композитов.....	358
<b>Севостьянов А.В.</b> Плотность пенополистирола при изменении влажности окружающей среды.....	360
<b>Соколкина Д.А.</b> Предпосылки расчета усиленной кирпичной стены на местное сжатие.....	362
<b>Сулимов Д.Ю., Журавлев А.О.</b> Использование тонкостенных стальных профилей в перекрытиях зданий.....	364

<b>Чечурина А.В.</b> Обоснование конструкционной безопасности стальных рам повышенной переменности ригеля .....	366
<b>Шатенёвская Ю.С.</b> Мировой опыт применения композитных материалов для усиления мостовых конструкций .....	368

**Секция «СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ  
ТЕПЛОГАЗОВОДОСНАБЖЕНИЯ, ИНЖЕНЕРНЫХ  
КОММУНИКАЦИЙ И ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ»**

<b>Амелишко И.Е., Кочергин А.Ю.</b> Лабораторные исследования эффективности метода реверсивно-реагентной регенерации скважин .....	371
<b>Амросов А.С.</b> Исследование производительности станции очистки ливневого стока машиностроительного предприятия .....	373
<b>Андреев А.И.</b> Применение диафрагм в трубопроводной запорной и регулирующей арматуре .....	375
<b>Виноградов П.А.</b> Теоретические и экспериментальные основы самопроизвольных процессов .....	377
<b>Вьюгинова С.Ш.</b> Исследования для обоснования нормативов водопотребления и водоотведения населения .....	380
<b>Киценко А.П.</b> Анализ эффективности очистки сточных вод компрессионной флотацией .....	382
<b>Комин А.С.</b> Техничко-экономическое сравнение современных низкотемпературных систем отопления частного дома .....	384
<b>Кораблева Е.С.</b> Изучение эффективности устройства аккумулирования влаги для сельскохозяйственных культур .....	387
<b>Коробейников А.А.</b> Математическое моделирование теплопереноса при оттаивании мерзлого грунта .....	389
<b>Котова А.С.</b> Тепловая изоляция систем теплоснабжения .....	391
<b>Кузнецова Е.Ю.</b> Выбор хладагента для теплового насоса при децентрализованном теплоснабжении .....	393
<b>Куницкий В.А.</b> Способ горячего водоснабжения с утилизацией теплоты канализационной воды .....	395
<b>Левинский А.А.</b> Обработка и утилизация осадка сточных вод очистных сооружений .....	397
<b>Майоров М.А.</b> Газоснабжение квартала с блокированной застройкой .....	399
<b>Невгень А.С.</b> Анализ нормативов хозяйственно-питьевого водопотребления в регионах РФ .....	401

---

<b>Пантина И.В.</b> Разработка системы теплоснабжения группы потребителей на основе автономности и энергоэффективности .....	403
<b>Силинский В.А.</b> Определение оптимальных условий процесса получения гипохлорита натрия из минеральных вод.....	405
<b>Смирнов К.В.</b> Альтернативный способ очистки собираемого поверхностного стока с селитебных территорий .....	407
<b>Стеблева И.В.</b> Хозяйственное использование территорий в зонах санитарной охраны водоисточников .....	409
<b>Хахлин Я.А.</b> Анализ применения новой схемы реагентной обработки воды ...	411
<b>Чучин Н.В.</b> Повышение безопасности систем газоснабжения населенных пунктов.....	413

### **Секция «ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»**

<b>Беляева С.И.</b> Цифровые информационные источники определения высот объектов .....	415
<b>Крылов Н.А.</b> Геоинформационное обеспечение мониторинга пунктов геодезических сетей.....	417
<b>Маклакова Т.В.</b> Исследование центров стандартизации и метрологии при геодезических работах в кадастре .....	419
<b>Маркова Н.А.</b> Создание карты земельных участков, уточняемых кадастровым предприятием .....	420
<b>Махина А.А.</b> Возможности применения ГИС-технологий для создания web-атласа Котласского района Архангельской области (на примере QGIS) .....	422
<b>Соломатина А.А., Метелкина И.Г.</b> Цифровые решения как инструмент управления и развития города .....	424
<b>Туманова Д.И.</b> Геодезические источники и информационные ресурсы при составлении кадастровых документов .....	427
<b>Шарунова Л.В.</b> Использование ресурсов Росреестра в целях кадастровой деятельности .....	429
<b>Шушкова А.Н.</b> Пространственное распределение образований землепользований на примере кадастрового предприятия .....	432

**Секция «ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ  
ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ»**

<i>Акулова В.И.</i> Исследование флоры свалок г. Жлобина .....	434
<i>Большакова А.А.</i> Влияние антропогенного воздействия на лесопарковую территорию промышленной зоны .....	436
<i>Боровцов И.Д.</i> Загрязнение атмосферного воздуха Гомельской области Республики Беларусь .....	438
<i>Васильева М.С.</i> Совершенствование уголовной ответственности за экологические преступления в Республике Беларусь.....	440
<i>Губанова Е.А.</i> Природные и антропогенные факторы, влияющие на качество воды реки Хопёр .....	442
<i>Гурская К.В.</i> Меры поощрения в экологическом праве как способ стимулирования природоохранной деятельности .....	444
<i>Данилина А.Ю.</i> Производство и утилизация автопокрышек .....	446
<i>Демченко Т.В., Кисляков Е.А.</i> Содержание нитратов в природных источниках Гомельской области Республики Беларусь .....	448
<i>Жолох Я.В., Костюкова М.А.</i> Проблематика легального определения животного мира .....	450
<i>Заступов Н.Д.</i> Сравнительный анализ эксплуатационных свойств адсорбентов в зависимости от исходного сырья .....	452
<i>Зеленковская Я.С.</i> Исследование флоры территории вблизи солнечной электростанции.....	455
<i>Клименок А.Н.</i> Ландшафтная репрезентативность особо охраняемых территорий Предполесской ландшафтной провинции .....	457
<i>Ковалёв Е.Н.</i> Степень урбанизации и экологическое состояние малых рек Беларуси .....	459
<i>Котко К.А.</i> Внедрение биопрепаратов в технологию умягчения льняных тканей .....	461
<i>Корунос А.В., Кулик М.И.</i> Роль экологической экспертизы в обеспечении рационального природопользования .....	463
<i>Кутай А.С.</i> Формирование комплексов герпетобионтов в зеленой зоне города Гомеля.....	465
<i>Levintsov T.M.</i> Assessment of Urban Soil Pollution Using Garden Cress.....	466
<i>Лесукова А.А.</i> Восстановление хвойных лесов в Тарногском районе Вологодской области .....	467
<i>Мальцева Е.А., Артамонов М.А.</i> Сравнение экологической обстановки Воронежской и Тамбовской областей .....	470

---

<b>Мишакова О.В.</b> Проблемы рационального использования водных ресурсов Гомельской области.....	472
<b>Мухин В.О., Полозкова П.С.</b> Сорбционная очистка сточных вод от ионов меди .....	474
<b>Некипелова А.Л.</b> Коэффициент регрессии на графиках связи .....	476
<b>Соловьева В.В., Никитина А.В.</b> Исследование содержания тяжелых металлов в почвах промышленной зоны .....	478
<b>Овчинникова А.И.</b> Геологический фактор аварийности трубопроводов России и США .....	479
<b>Одинцов А.А.</b> Деятельность арендаторов лесных земель Тарногского района Вологодской области .....	481
<b>Павлов М.О.</b> Количественная и качественная оценка состояния древесных насаждений городских парков .....	483
<b>Падерина С.Н.</b> Направления охраны лесов в Верхнетоемском лесничестве Архангельской области .....	485
<b>Платонова Ю.А., Зайцева В.А.</b> Оценка лесовозобновления в национальном парке «Русский Север» .....	487
<b>Попов О.С.</b> Особенности радиального прироста и выделения терпентина осушаемых сосняков.....	489
<b>Рабченя В.С., Ковалевич В.В., Пастушек О.А.</b> Расчет зон вредного воздействия при работе землесосного снаряда.....	491
<b>Репов Д.П.</b> Сохранение малых зарастающих озер путем вселения белого амура .....	493
<b>Рольянов Г.Э.</b> Политика Республики Беларусь в рациональном использовании природных ресурсов.....	495
<b>Романюк К.С., Нестерова Е.М.</b> Договор концессии природных ресурсов по законодательству Республики Беларусь.....	497
<b>Сандригайло Ю.П., Конопацкая Е.С., Гальмуков М.А.</b> Правовые проблемы определения понятия «охота» в Республике Беларусь и Российской Федерации.....	500
<b>Сахарова А.Ю.</b> Проблема миграции птиц на территории Архангельской области .....	502
<b>Сверчкова А.А.</b> Форма кривых связей на графиках приведения .....	504
<b>Сеглин В.Н.</b> Аккумуляция <sup>137</sup> Cs лесными лишайниками в зоне радиоактивного загрязнения.....	505
<b>Семенова Л.С.</b> Влияние автомобильного транспорта на состояние зеленых насаждений Вологды .....	507

<i>Стрекаловская А.С.</i> Особенности химического состава родниковых вод бассейна реки Юг .....	510
<i>Хоровец Н.С., Швед В.А., Пошвенчук П.В.</i> О некоторых вопросах эффективного природопользования .....	512
<i>Цагельник Е.А.</i> Оценка радиоэкологического состояния растительных сообществ .....	514

### Секция «ХИМИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»

<i>Денисова Д.С.</i> Видоспецифические особенности хищных рыб к накоплению тяжелых металлов .....	516
<i>Доброданова Д.М.</i> Влияние ультразвука на процессы спиртового брожения .....	518
<i>Лацицкий В.М.</i> Анализ сведений о содержании тяжелых металлов в почвах г. Гомеля .....	520
<i>Мишина И.М.</i> Методическое обеспечение дополнительного образования в области химии .....	522
<i>Никонова И.Д.</i> Анализ содержания тяжелых металлов в тканях гидробионтов .....	524
<i>Падута Т.В.</i> Гидрохимическая характеристика водоемов крупного промышленного центра Республики Беларусь .....	526
<i>Родыгин Д.С.</i> Изучение особенностей окисления органических соединений в рамках проектной деятельности .....	528
<i>Селивановская А.П.</i> Влияние кавитации на экстрагирование растворимых фракций из растительного сырья .....	531
<i>Скакалин В.Э., Садуллоева М.Ф.</i> Получение микроцеллюлозы ультразвуковым способом .....	533
<i>Ходова Д.А.</i> Совершенствование технологии производства муки с использованием гидротермической обработки зерна пшеницы .....	535
<i>Чижикова А.С., Юдина Е.Б.</i> Разработка технологии модификации поверхности детонационного наноалмаза ионами гадолиния .....	537
<i>Юхтарова О.С., Дурягина Ю.А.</i> Влияние состава теплоизоляционных материалов на их эксплуатационные свойства .....	538

**Секция «БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ, ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ  
И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ»**

<i>Алдамова Х.К.</i> Количественный и качественный состав микроорганизмов в экстрактах растений семейства Маревые.....	541
<i>Веселова Д.А.</i> Функциональное состояние внешнего дыхания спортсменов-футболисток .....	543
<i>Ветюков Е.А.</i> Организационно-педагогические условия повышения эффективности обучения биологии через проектную технологию.....	545
<i>Глазова А.С.</i> Метрические показатели имаго мнемозины национального парка «Русский Север».....	547
<i>Жирохова А.Я.</i> Структура популяций <i>Corydalis solida</i> (L.) Clairv в некоторых районах Вологодской области .....	549
<i>Захарова М.В.</i> Состояние тканей рыб как отражение химического состава воды р. Устьи.....	551
<i>Калининский А.В.</i> Состав мирмикофауны Вологодской области .....	553
<i>Камыгина А.В.</i> Анализ результатов аэропалинологического мониторинга атмосферы города Череповца .....	555
<i>Купцова Д.В.</i> Тяжёлые металлы в донных отложениях водных объектов Вологодской области.....	557
<i>Лысцева А.А.</i> Влияние соединений цинка на клеточные и популяционные показатели <i>Chlorella vulgaris</i> .....	559
<i>Мальцева В.С.</i> Локальная фауна стрекоз села миньково Бабушкинского района Вологодской области .....	561
<i>Надина А.Ф.</i> Влияние наночастиц меди и оксида меди на прорастание семян редиса .....	563
<i>Нгуен Т.Т.Т.</i> Особенности аккумуляции ртути населением центрального Вьетнама .....	565
<i>Нестерук Л.В.</i> Влияние гуминовых препаратов на посевные качества семян некоторых культур.....	568
<i>Никулина А.А.</i> Биотестирование воды рек Содемы и Шограш (город Вологда) .....	570
<i>Подольский И.С.</i> Фауна стрекоз Лозско-Азатского озера.....	572
<i>Помогаева Е.А.</i> Белки в молоке разных видов животных Астраханской области .....	574
<i>Суходолина Д.И.</i> Необходимость внедрения местных трав и кустарников в озеленение автомобильных дорог (на примере Вологодской области) .....	576

<b>Трудова Н.С.</b> Влияние температурно-светового режима на всхожесть семян овса .....	578
<b>Шарова Т.О.</b> Изучение темы «Кожа и ее производные» через проектную деятельность (в условиях СОШ) .....	580

### Секция «ГЕОГРАФИЯ И ТУРИЗМ»

<b>Андрианова Н.А.</b> Туристский потенциал Мурманской области .....	582
<b>Багулина В.С.</b> Фототуризм как направление туризма .....	584
<b>Волков Д.В., Чумаков А.Э.</b> Состояние и перспективы развития агроэкотуризма в Республике Беларусь.....	586
<b>Голубева А.А.</b> Трансформация системы образования в Вологодской области с 2005 года .....	588
<b>Кириков В.А.</b> Особенности циркуляции атмосферы над Онежским озером.....	590
<b>Кобзева А.С.</b> Проблема создания охранных зон памятников природы регионального значения .....	592
<b>Колтаков Е.А.</b> Динамика численности населения России в постсоветский период.....	594
<b>Косторева Д.А.</b> Факторы роста популярности экологического туризма .....	596
<b>Котковец А.Ю., Ласькова Е.А.</b> Тенденции развития гостиничного хозяйства в Республике Беларусь.....	598
<b>Мелехина А.А.</b> Геолого-геоморфологическое строение Вепсовской возвышенности .....	600
<b>Паращенко П.С.</b> Медико-географический анализ заболеваемости в районах Гомельской области .....	602
<b>Смолина А.И.</b> Геолого-геоморфологические объекты ООПТ Северо-Западного федерального округа .....	604
<b>Соболь А.А.</b> Комплексное продвижение рекреационного центра в пригороде города Бреста .....	606
<b>Фомина А.С.</b> Метеоданные для картофелеводства в Онежском районе Архангельской области .....	608
<b>Хабибуллина И.И.</b> Ландшафтный дизайн археопарка «Самаровский останец».....	610
<b>Чеплинские И.Р.</b> Санаторно-курортные комплексы Калининградской области .....	612



*Научное издание*

**МОЛОДЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ – РЕГИОНАМ**

**Материалы Международной научной конференции  
(Вологда, 13–23 апреля 2020 г.)**

**Том I**

Редактор А. П. Митракова  
Оригинал-макет Н. В. Подхомутова

---

Подписано в печать 28.05.2020. Формат 60×90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>  
Уч.-изд. л. 37,9. Усл. печ. л. 39,5. Тираж 300 экз. (1-й з-д 1–25) Заказ №

---

ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет»  
160000, г. Вологда, ул. Ленина, 15

Отпечатано: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
«Вологодский научный центр Российской академии наук»  
(ФГБУН ВолНЦ РАН)

160014, г. Вологда, ул. Горького, 56а  
Тел.: 59-78-03, e-mail: common@vscc.ac.ru