

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Правительство Вологодской области  
Администрация города Вологды  
Фонд содействия развитию малых форм предприятий  
в научно-технической сфере  
Вологодский государственный университет  
Северо-Западный институт (филиал) университета им. О.Е. Кутафина (МГЮА)  
Вологодский институт права и экономики ФСИН России

# **Молодые исследователи – регионам**

**Материалы Международной научной конференции**

**Том I**

Вологда  
2015

УДК 001  
ББК 72  
М 75

Ответственный редактор  
проректор по научной работе и инновационному развитию,  
кандидат технических наук *Синицын А.А.*

Утверждено редакционно-издательским советом ВоГУ

М 75      **Молодые исследователи – регионам:** материалы международной научной конференции. В 3-х т. / Мин-во обр. и науки РФ ; Вологод. гос. ун-т. – Вологда : ВоГУ, 2015. – Т. 1. – 619 с.

ISBN 978–5–87851–603–7 (т. 1)

ISBN 978–5–87851–606–8

В сборнике приведены тезисы докладов по широкому спектру научных направлений, 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 Украины, Беларуси, Казахстана, Узбекистана и Польши.

УДК 001  
ББК 72

ISBN 978–5–87851–603–7 (т. 1)  
ISBN 978–5–87851–606–8

© ФГБОУ ВПО «Вологодский  
государственный университет», 2015

---

---

## *Уважаемые молодые ученые, коллеги, студенты!*

Будущее любого региона во многом определяется желанием молодёжи реализовывать свои идеи, учиться и работать на родной земле. Молодёжь – это носитель огромного интеллектуального потенциала, особых способностей к творчеству. Известно, что в молодости человек легко приобретает знания, навыки и умения, наиболее способен к творческой деятельности, к формулировке эвристических гипотез, максимально работоспособен. Поэтому именно с молодёжью, прежде всего, связан прогресс современной науки, особенно естественных и технических наук. Ключевая задача высшей школы – сохранение и приумножение интеллектуального потенциала, выявление талантливой молодёжи. Этому в немалой степени способствует и наш традиционный научный форум, в рамках которого сотни молодых людей представляют свои научные достижения, публикуют свои первые работы, просто общаются. Он генерирует и развивает их инновационные идеи.

Молодежный научный форум «Молодые исследователи – регионам» ведёт свое начало с 2009 года и уже заслужил популярность у постоянных участников – аспирантов, магистрантов и студентов – представителей более чем 250 вузов Российской Федерации, ближнего и дальнего зарубежья. Такая концентрация новых идей и предложений является знаковым событием в социально-экономической жизни нашего региона, содействует развитию молодёжного предпринимательства на основе инноваций.

В рамках форума в этом году работала выставка научно-технического творчества молодёжи «НТТМ-2015», состоялся финал конкурса инновационных проектов Программы «УМНИК», а также уже в семнадцатый раз прошла Международная научная конференция, которая сегодня является одним из крупнейших ежегодных научных событий в сфере молодёжной политики Вологодского края и по численности участников, и по числу охватываемых научных направлений. Как и в прошлые годы, в рамках конференции на секции «Юниоры в науке» результаты своих научных исследований продемонстрировали учащиеся старших классов школ и колледжей Вологодской области.

В настоящий сборник научных трудов включены тезисы докладов участников конференции «Молодые исследователи – регионам», проходившей в апреле 2015 года. Представленные в сборнике результаты научных исследований и технических разработок мы рассматриваем как весомый вклад вузовского сектора в инновационную систему технологического комплекса регионов.

Уважаемые молодые исследователи, постарайтесь свои первые научные достижения сделать отправной точкой, от которой будете строить карьеру в науке. Мы уверены, что результаты форума в скором будущем примут реальные очертания и на Вологодской земле будут реализованы новые интересные проекты. Будущее регионов – за молодыми учёными и предпринимателями!

*Соколов Л.И., доктор технических наук,  
профессор, ректор ВоГУ*

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ В ДПКТ

*В.М. Беляева*

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

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В связи с увеличением строительства малоэтажного частного жилья прогнозируемый спрос на строительные материалы значительно растет. По прогнозу департамента экономики Правительства Вологодской области на ремонт зданий и сооружений спрос на пиломатериалы в 2020 году оценивается в 300 тыс. куб. м. в год.

Количество образующихся отходов пропорционально масштабам производства. Так, по статистике Департамента лесного комплекса в Вологодской области отходы лесозаготовок составляют 20%, лесопиления – 35-55% от объема продукции, отходы при производстве фанеры – 60%, древесные отходы ЦБП – 20% от объема поставляемого сырья, отходы при производстве деревянных изделий, мебели и др. – 50% от объема продукции [1]. Часть отходов используется в целлюлозно-бумажной промышленности в виде технологической щепы, часть идет на производство плит, однако значительное количество древесных отходов просто выкидываются или остаются на делянках. В этих условиях важной задачей является утилизация древесных отходов или их переработка.

Проанализировав современное состояние в области переработки древесных отходов и ситуацию растущего малоэтажного строительства как в Вологодской области, так и во всем мире, можно с уверенностью сказать, что наиболее перспективным решением этих проблем будет создание производства по изготовлению нового строительного композиционного материала на основе древесных отходов, который способен заменить массивную древесину.

Древесно-полимерный композит на термопластичном связующем (ДПКТ) – это настоящий симбиоз, союз дерева и пластика с низкой себестоимостью производства. Это современный строительно-отделочный материал на основе древесного наполнителя, связанного полимером. Большой процент древесины – больше похоже на дерево, меньший – больше похоже на пластмассу.

При производстве изделий из ДПКТ можно использовать несколько способов: формование из компаунда (компаундирование), прессование, прокатка, литье под давлением, экструзия, ротационное формование.

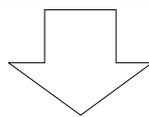
Новый вид материала может похвастаться эстетичностью древесины, практичностью и неприхотливостью пластика.

В ходе исследования были выявлены следующие важные свойства ДПКТ: низкое влагопоглощение; устойчивость к деформации, гниению, ультрафиолетовому излучению; устойчивость к воздействию химических веществ; высокая механическая прочность и износостойкость; устойчивость к высоким температурным перепадам; чрезвычайно низкая горючесть; простота в эксплуатации; возможность вторичной переработки; легкий вес; экономичность.

Производство изделий ДПКТ, как правило, имеет несколько способов. Мы предлагаем свою принципиальную схему технологии получения из древесных отходов ДПКТ (рис).

#### Технология получения древесных отходов

ЛЕСОЗАГОТОВКА	ЛЕСОПИЛЕНИЕ	ДЕРЕВООБРАБОТКА
пни, корни, вершины, сучья, ветви, откомлевки, немерные отрезки и обломки хлыстов, кора и опилки	опилки, рейки, щепа, обрезки, опилки и т.д.	горбыль, рейки, срезки, короткомер, стружка, опилки, отходы производства технологической щепы, древесная пыль, кора



#### Технология получения ДПКТ

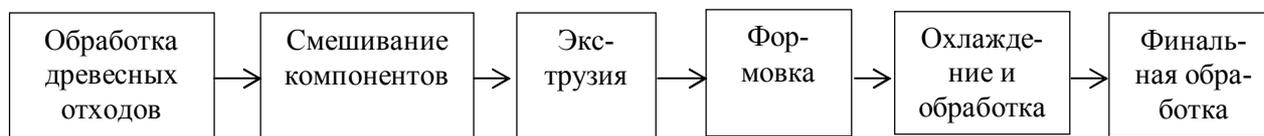


Рис. Принципиальная схема технологии получения ДПКТ из древесных отходов

Предложенная инновационная технология переработки древесных отходов в древесно-полимерный композит позволяет одновременно с утилизацией отходов получать новый конструкционный и отделочный материал для широкого применения в деревянном домостроении.

1. <http://www.forestvologda.ru>

## РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ТОЧНЫХ ГЛУХИХ ОТВЕРСТИЙ

*И.А. Жарковский*

*С.В. Яняк, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В конструкции некоторых деталей машин целесообразно использовать точные глухие отверстия. Обычно такие отверстия обрабатываются на разных операциях либо последовательно разными инструментами. Принципиальным является комплексная обработка.

Инструмент для комплексной обработки детали включает в себя следующие конструктивные решения:

1. Центрирующий элемент представляет собой центровочное сверло с коническим хвостовиком.

2. Основная режущая часть содержит два главных торцевых лезвия, выполняющих обработку с оставлением припуска для калибрующих (чистовых) лезвий.

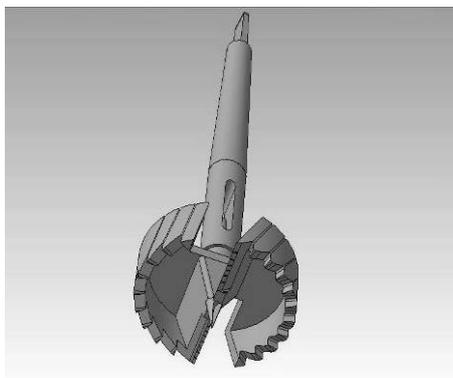
3. Для уменьшения ширины стружки главные лезвия рассечены канавками.

4. На боковой направляющей цилиндрической поверхности выполнены

спиральные лезвия, два из которых являются продолжением главных торцевых лезвий, дополнительные лезвия имеют собственные стружечные канавки.

5. Инструмент снабжен стандартным хвостовиком с конусом Морзе.

На рис. 1 приведена модель инструмента.



*Рис. 1. Модель инструмента*

Разработанный комбинированный инструмент выполняет три совмещенных перехода:

1. Центрование;
2. Торцевое упорное сверление;
3. Калибрование отверстия.

Инструмент был рассчитан при помощи САПР «Компас –3D» система прочностного анализа АРМ FEM. Расчет представлен ниже на рис. 2.

Применение нового инструмента позволяет:

- Сразу получить форму глухого отверстия с плоским дном.
- Получить высокую точность цилиндрической части отверстия.
- Значительно повысить производительность обработки, по сравнению с раздельной обработкой несколькими инструментами.

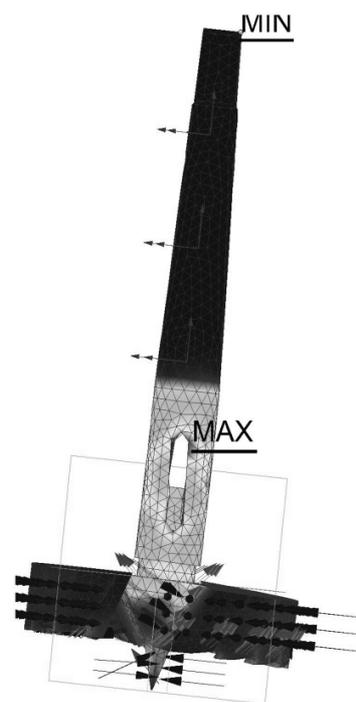


Рис. 2. Распределение напряжений и деформаций

## ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫМИ ДАННЫМИ НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

**И.А. Журкина**

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

Вологодский государственный университет

г. Вологда

На сегодняшний день на рынке программного обеспечения представлен широкий выбор средств, которые позволяют значительно сократить время разработки изделия и создания технологии его производства. Поскольку не существует единой системы, которая бы эффективно решала все вопросы, возникающие на предприятии (конструирование изделия, разработка печатных плат, подготовка технологии, бухгалтерский учет и т.д.), то в лучшем случае в каждой области деятельности предприятия используется свой комплекс программного обеспечения, который наиболее эффективно решает присущие данной области задачи. Например, для проектирования твердотельных конструкций широко распространены такие программные пакеты как Pro/ENGINEER, CATIA, SolidWorks или AutoCAD, для проектирования печатных плат OrCAD, PCAD или Protel. Поскольку данные проектирования, описывающие одно изделие, могут быть получены с помощью различного программного обеспечения, то возникает необходимость в централизованной системе управления ими. Системы, решающие указанную задачу, - это системы документооборота,

но они обладают рядом недостатков, которые усложняют, а иногда делают невозможным применение их на отечественных предприятиях. К основным недостаткам следует отнести:

- несоответствие правил обращения документации, реализуемых с помощью существующих систем документооборота, отечественным стандартам;
- не полная или отсутствующая поддержка национальных языков;
- закрытость систем.

Возникает задача по проектированию и внедрению систем инженерного документооборота, способных повысить эффективность работы промышленного предприятия в области разработки и управления инженерными данными. Можно выделить два пути внедрения систем документооборота на предприятии. Первый путь – подстраивать работу предприятия под какую-либо существующую систему. Этот путь наиболее эффективен для вновь создаваемых предприятий, где отсутствует необходимость перехода от старой технологии обращения документации. Второй путь – это разработка системы управления под конкретное предприятие. Данный подход предпочтителен при внедрении систем электронного документооборота на предприятиях, где уже сложились свои порядки прохождения документа. Наряду с указанными двумя подходами возможен смешанный вариант, когда за основу берется существующая система, а далее она адаптируется под нужды конкретного предприятия путем настройки параметров системы, разработки и (или) модернизации отдельных ее модулей и т.д.

В работе основное внимание уделяется второму пути внедрения системы документооборота, а именно: рассматривается проблема организации информационной поддержки жизненного цикла инженерной проектной документации. Отыскание эффективного метода разрешения указанной проблемы является актуальной задачей для промышленных предприятий, поскольку на сегодняшний день ясно, что без внедрения компьютерных технологий в процессе проектирования и изготовления изделия предприятие не сможет быть конкурентоспособным на мировом рынке. Детально рассматриваются проблемы, связанные с переходом от бумажной технологии обращения инженерной документации к электронной технологии, методы представления электронных данных проектирования и управления ими. Анализ распределенной структуры объекта управления (электронного документа), а также требований к обмену данными между различными процессами, протекающими на предприятии, описанные в стандартах по контролю качества продукции, дает основание сделать вывод о целесообразности применения технологий проектирования информационных сетей в процессе построения системы. В результате проведенного исследования получена модель представления инженерных проектных данных в электронном виде и методы их дальнейшей обработки внутри информационной сети предприятия.

Объектом исследования в работе является электронный документооборот внутри промышленного предприятия.

Предметом исследования является обращение инженерной проектной документации, разрабатываемой и используемой в электронном виде, что является одним из составных процессов документооборота внутри промышленного предприятия.

1. Информационная поддержка жизненного цикла изделий машиностроения: принципы, системы и технологии CALS/ИПИ : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А.Н. Ковшов [и др.]. – Москва : Издательский центр «Академия», 2007. – 304 с.

## **АНАЛИЗ КОЛЬЦЕВОГО СВЕРЛЕНИЯ И РАЗРАБОТКА КОЛЬЦЕВЫХ СВЕРЛ**

*И.П. Зыкова*

*С. В. Яняк, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В машиностроении обычно для соединения деталей между собой применяются различные детали с отверстиями. Широкое применение в различных областях промышленности находит технология сверления отверстий кольцевыми сверлами. Кольцевое сверление – это наиболее эффективный метод выполнения отверстий, по сравнению с обработкой спиральными и перовыми сверлами, резцами, балеринками и фрезами, с лазерной и гидрорезкой. При использовании инструмента для кольцевого сверления большая часть металла остается в виде сердечника, пригодного для дальнейшего применения, может быть использована как заготовка.

Мы предлагаем инструмент повышенной жесткости с кольцевой рабочей частью с цанговым зажимом в корпусе (рис. 1). Режущими элементами могут быть полотно из быстрорежущей стали (рис. 2), твердосплавные стержни (рис. 3), возможно использование абразивных брусков или ножовочного полотна. В процессе сверления выделяется большое количество теплоты вследствие деформации металла, трения выходящей по канавкам сверла стружки и трения задней поверхности сверла об обрабатываемую поверхность.

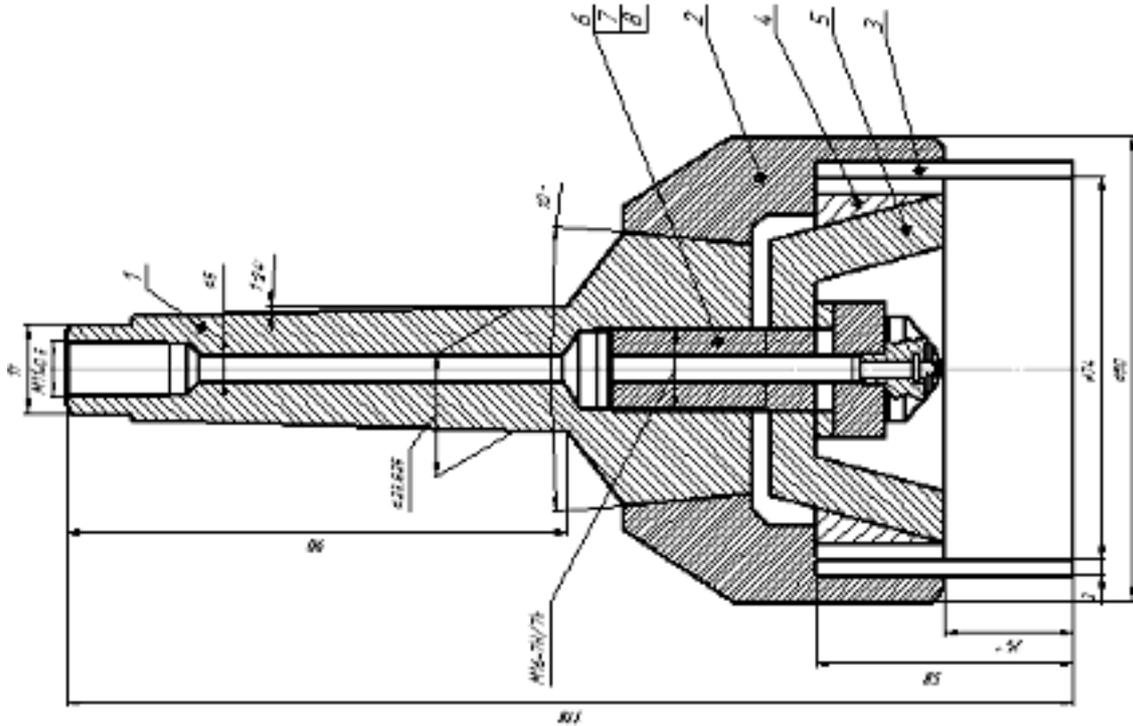


Рис. 1. Кольцевое сверло с отверстием для подачи СОЖ:

1 – корпус для кольцевого сверла с отверстием для подачи СОЖ; 2 – корпус;  
3 – режущее полотно; 4 – цанга; 5 – чашка; 6 – винт; 7 – форсунка; 8 – шайба 16

Применение кольцевых сверл обеспечивает по сравнению со сплошным сверлением уменьшение сил резания, значительное повышение производительности труда. Кольцевое сверление является процессом несвободного резания. Мы изучили процессы при несвободном резании кольцевым сверлом. В наших кольцевых сверлах предусмотрен сход стружки по стружечным канавкам, которые расположены в шахматном порядке (внутри и снаружи режущей части). Хорошему отводу стружки будет способствовать СОЖ подаваемая через внутренний канал сверла с помощью форсунки (рис. 2) и на наружную часть полотна.

Предлагаем обрабатывать канавки с помощью инструмента для кольцевого сверления. У этого есть свои преимущества:

1. Меньшее время сверления и площадь удаляемого материала;
2. За счет малого сопротивления резанию – уменьшенная потребность в мощности;
3. Возможность сверления отверстий диаметром более 100 мм без центрирования и предварительной рассверловки;
4. Улучшенное качество обрабатываемой поверхности, отсутствие заусенцев;
5. Повышенная точность отверстия (до 12 квалитета точности).
6. Возможность сверления с пересечением поверхностей резания;
7. Оптимальный отвод стружки из зоны резания за счет специальной заточки и стружечных канавок.

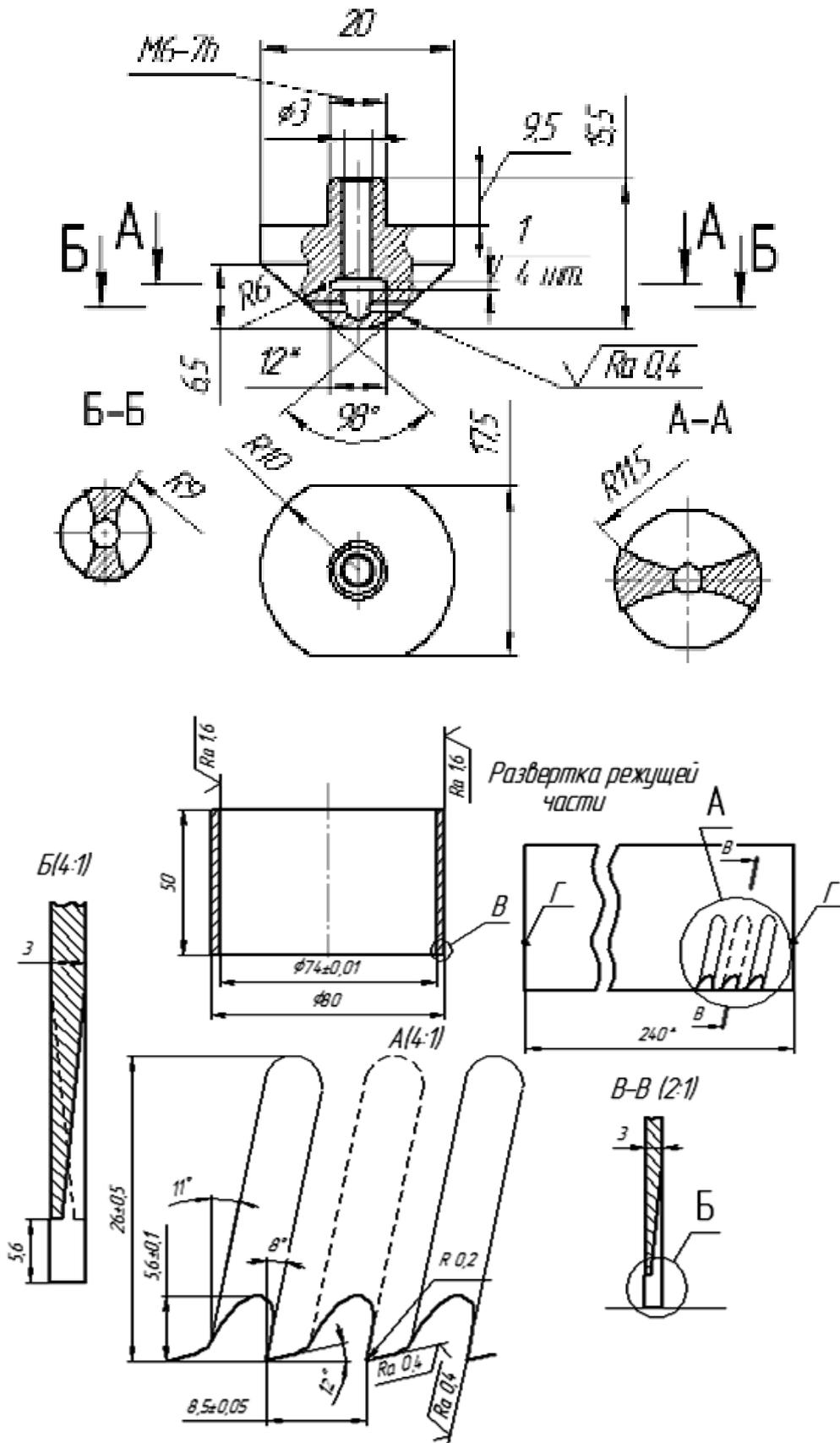


Рис. 2. Элементы конструкций кольцевого сверла

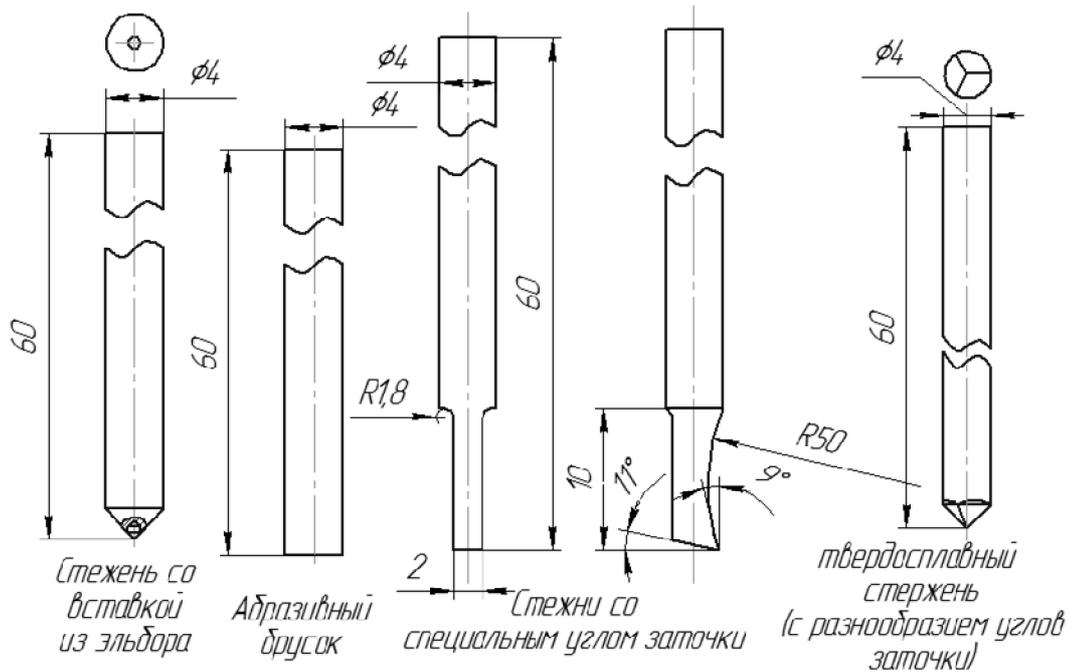


Рис. 3. Твердосплавные режущие стержни

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ПРИКЛАДНОЙ ТЕРМОДИНАМИКИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

*А.В. Карпуничев*

*А.В. Михайлов*, научный руководитель, канд. физ.-мат.наук, доцент  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Развитие научно–технического прогресса во многом определяется созданием новых материалов с уникальными физическими свойствами. Примером может являться разработка композиционных материалов.

При проектировании состава матриц композиционных материалов важную роль играют термодинамические расчеты. Необходимо выявить тенденции изменения термодинамических функций сплавов при их легировании, тем самым оптимизировать состав и свойства новых материалов, повысить надежность и увеличить их эксплуатационный ресурс.

Для достижения этой цели в конце прошлого века была разработана методика проведения вычислительных экспериментов на компьютере. При наличии хорошей математической модели вычислительный эксперимент является самым экспрессным и экономически выгодным методом исследования. В любой математической модели, в области материаловедения, обязательно имеется

термодинамический блок, в котором с помощью термодинамических расчетов исследуются возможные состояния объектов, определяются их свойства и предельные рабочие параметры. Особенно эффективно метод прикладного термодинамического анализа используется в проектировании многокомпонентных металлических композиционных материалов.

Используемое в работе обобщенное уравнение термодинамики для систем с поверхностями раздела дает возможность установить:

– отсутствие условий макроскопического взаимного движения отдельных частей системы.

– условия теплового равновесия во всех точках системы (т.е. отсутствие энтропийных потоков)

– отсутствие условий молекулярной диффузии и фазовых переходов.

Полученные результаты в данной работе дают термодинамические представления о совместимости вольфрамовой матрицы и углеродных волокон в жаропрочном композиционном материале.

Результаты по изучению данного сегмента физического материаловедения помогут в реализации задач импортозамещения, а может быть и импортоопережения в нашей стране.

## **РАЗРАБОТКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО МИНИЭКСТРАКТОРА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ПИТЬЕВЫХ НАСТОЕВ В ПОВСЕДНЕВНОМ РАЦИОНЕ ЧЕЛОВЕКА**

*К.И. Левринц*

*Л.М. Воронай, научный руководитель, канд. хим. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В настоящее время для извлечения полезных свойств из органического сырья используют следующие способы: мацерация, центробежная экстракция, перколяция.

Общими недостатками данных способов является неполнота экстракции действующих веществ, большая трудоемкость, а также большая продолжительность процесса.

Известно, что в промышленности для разработки сред применяют ультразвук, который вызывает как чисто физические явления, так и химические процессы, за счет выделения кислорода и образования активных радикалов в жидкой среде. Ультразвуковое экстрагирование в отличие от других способов является наиболее эффективным, транспортабельным и актуальным. В связи с этим целью данного проекта стала являться разработка автоматизированных

систем, экстрагирующих полезные вещества из натурального сырья с помощью ультразвукового миниэкстрактора.

Данная конструкция представляет собой небьющуюся емкость, состоящую из теплоизоляционного корпуса, включающего крышку, сетку-контейнер для загрузки экстрагируемого органического сырья, ультразвукового излучателя на дне. Для управления степенью экстрагирования монтируется устройство термодатчик, с помощью которого можно осуществлять регулирование процессом экстрагирования. Установлено, что повышение температуры происходит не за счет обогрева, а за счет процесса кавитации.

Для выбора оптимальной температуры экстрагирования, экспериментальным путем установлена зависимость между температурой жидкостей, числом кавитации и временем обработки. Именно эти параметры определяют в конечном итоге эффективность экстрагирования полезных веществ из природных сред.

В качестве объектов исследования было выбрано следующее природное сырье: чай, скорлупа кедровых орешек.

В качестве нулевого объекта для сравнения был выбран экстракт зеленого чая промышленного производства.

Для определения влияния ультразвука на природное сырье был выполнен эксперимент по следующей схеме:

Берем навеску по 5 г и помещаем в воду объемом 100 мл.

Время обработки составляет от 5 до 15 минут, при рабочей температуре от 60 до 80 градусов по Цельсию (одинакова для двух видов опыта).

Для оценки эффективности экстрагирования были выбраны следующие параметры:

- измерение величины pH;
- определение количества экстрагируемых окрашенных компонентов методом фотоэлектроколлометрии;
- определение количества редуцирующих сахаров методом титрования перманганатом калия.

За счет ультразвука эффективность экстрагирования увеличивается. Происходит подкисление раствора, что способствует удлинению сроков хранения данных растворов. Происходит более полное извлечение сахаров и пигментов.

Результат исследования позволяет сделать вывод, что при ультразвуковой обработке, максимальное количество экстрагируемых веществ характерно для чая при температуре 80 градусов по Цельсию и превышает количество экстрагируемых веществ при термической обработке примерно в 10 раз. Такая же зависимость получена и для скорлупы. Таким образом экспериментальным путем на 1 этапе мы доказали эффективность использования ультразвукового миниэкстрактора для экстрагирования полезных питьевых настоев.

Обработка природного сырья, основанная на использовании ультразвукового миниэкстрактора, является не только безопасной, но и в высшей степени эффективной и экономически выгодной.

## РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ РЕГУЛИРУЕМОГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ КОЛЬЦЕВОГО РЕЗАНИЯ

*Т.В. Москвина*

*С.В. Яняк, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В машиностроении, в частности, в заготовительном производстве существует проблема кольцевой обработки листового материала. Целью обработки является либо вырезание дисков, либо обработка отверстий большого диаметра. В таких случаях целесообразно использовать специальный инструмент для кольцевой обработки. Существующая конструкция инструмента типа «балеринка» имеет серьезные недостатки:

- имеет сложную конструкцию с пониженной жесткостью, с плохими условиями теплоотвода,
- обладает повышенной виброактивностью,
- переналаживаемые кольцевые сверла неудобны в эксплуатации, затруднена переточка их режущей части.

Поэтому принято решение разработать универсальный переналаживаемый инструмент для кольцевой обработки с унифицированными элементами конструкции. В конструкцию нового инструмента заложены следующие принципы:

- Машинный хвостовик с конусом Морзе.
- Сменный центрирующий режущий элемент (центровочное сверло или двузубый зенкер с коническим хвостовиком).
- Стабилизация осевой силы, действующей на центрирующий элемент с помощью пружины.
- Поперечная траверса (в виде двух стержней круглого сечения), которая является направляющей для перемещения и фиксации двух кареток с режущими частями для кольцевого резания.
- Сменные режущие элементы для кольцевого резания, которые выполнены в виде резцов с цилиндрическим хвостовиком и лезвиями разной формы.
- Возможность регулировки осевого положения резцов, т.е. глубины кольцевого резания.

Модель разработанного инструмента приведена на рис. 1.

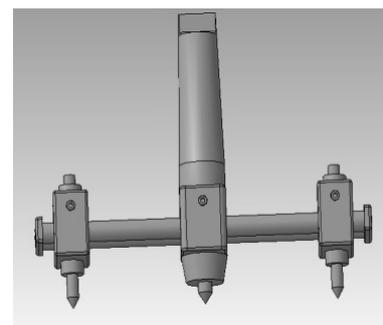


Рис. 1. 3D-модель

Разработанный инструмент имеет расширенные технологические возможности:

- Большой диапазон диаметров кольцевого резания.
- Регулирование вылета режущих резцов.
- Различная форма режущей части резцов.
- Обработка различных материалов (керамики, металла, пластмассы, древесины).

Инструмент обеспечивает кольцевую обработку с получением поверхности реза разной формы благодаря смене режущих элементов. Возможные формы приведены на рисунке 2.

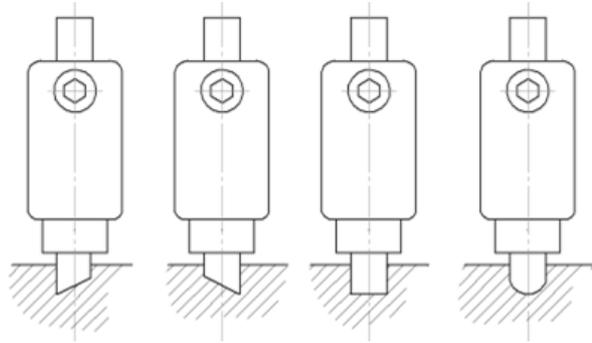


Рис. 2. Разновидности сменных элементов

Инструмент был рассчитан при помощи САПР «Компас –3D» система прочностного анализа АРМ FEM. Один из расчетов представлен ниже на рис. 3.

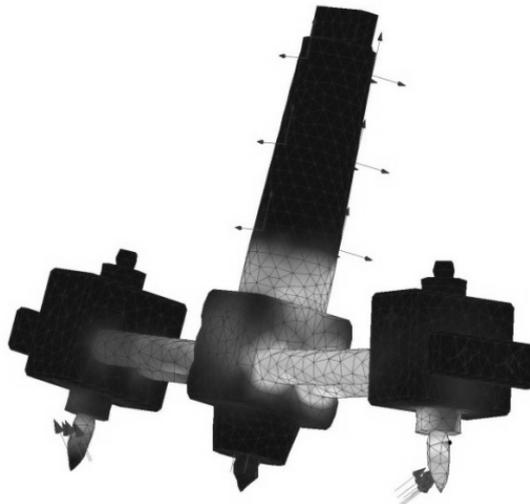


Рис. 3. Напряжения и деформации инструмента

Расчет подтвердил достаточную прочность и жесткость инструмента. Ожидается значительный экономический эффект от применения инструмента за счет его расширенных технологических возможностей. Достаточно жесткая конструкция позволит выполнять обработку на повышенных режимах резания.

## РАЗРАБОТКА УНИФИЦИРОВАННОГО САМОЗАКЛИНИВАЕМОГО ЭЛЕМЕНТА ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

*К.А. Седова*

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

В конструкциях различных по назначению режущих инструментов применяются сменные твердосплавные пластины различных конфигураций. Форма пластины зависит от вида обработки, от способа базирования и крепление пластины в инструменты.

На наш взгляд, перспективным способом установки пластины является ее заклинивание. Для заклинивания противоположащие поверхности (плоскости, рифления) располагают под небольшим углом:  $5-8^\circ$ .

Такая величина угла должна быть гарантированно меньше, чем удвоенный угол трения материала пластины по материалу корпуса. Для самозаклинивания пластины её плоскости должны быть расположены приблизительно в направлении действующей силы резания. Самозаклинивание существенно упрощает эксплуатацию инструмента. В конструкции корпуса предусматривается извлечение пластины (обычно технологическое отверстие).

Нами разработана пластина с универсальным посадочным местом с углом клина  $8^\circ$ , призматическими клиновыми поверхностями с углом  $120^\circ$  (рис. 1).

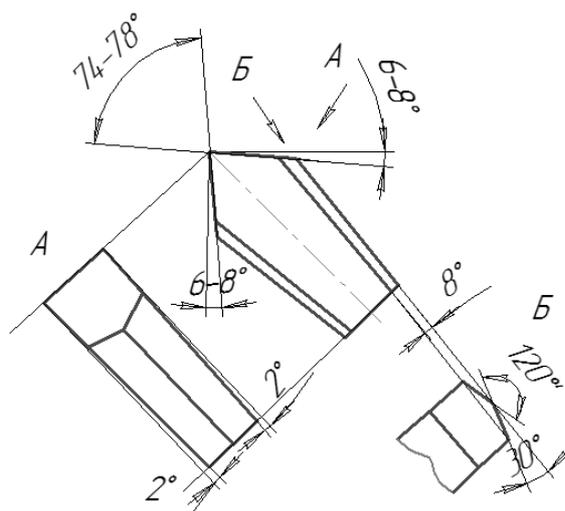


Рис. 1. Режущий элемент

Пластина, заклинивается в корпусе ножа силами резания. Сила резания  $P$  имеет направление, близкое к оси симметрии пластины. Используются элементы геометрии  $\gamma(\alpha)$  и  $\alpha(\gamma)$ , равные  $6-8^\circ$ .

Выполнен анализ сил резания, действующих на радиальный резец.

Наиболее пригодны самозаклинивающиеся элементы для конструкций токарных резцов (канавочных, прорезных, контурных), спиральных (кольцевых) сверл, разверток, торцевых фрез. Поэтому нами разработаны конструкции радиального отрезного (рис. 2а), долбежного (рис. 2б), строгального резца (рис. 2в) и торцевой фрезы (рис. 2г).

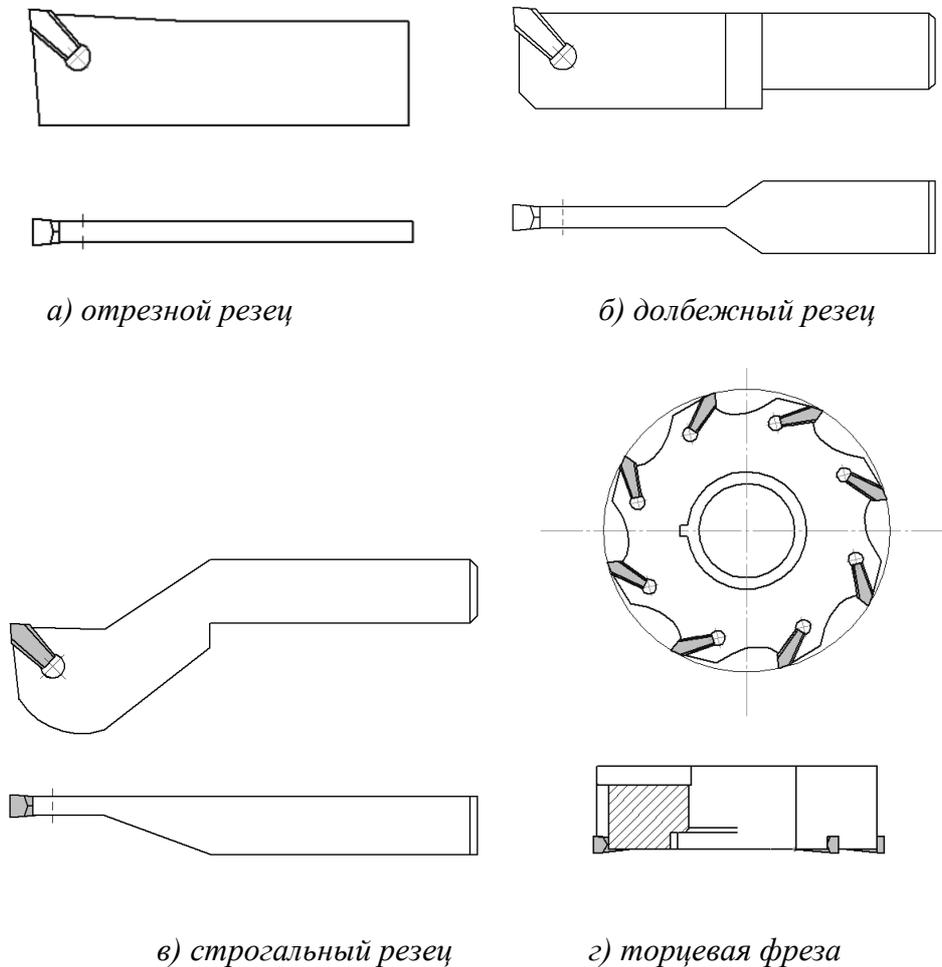


Рис. 2. Конструкции режущих инструментов

Инструменты с самозаклиниванием удобны в эксплуатации и обещают:

- ✓ повышение производительности металлообработки;
- ✓ возможность быстрой замены изношенного или разрушенного элемента;
- ✓ возможность полной утилизации дефицитных компонентов (вольфрама и кобальта, входящих в состав твердых сплавов).

## СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ОАО «ВОМЗ» – ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ В РАМКАХ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

*Н.В. Сернова*

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

Систему менеджмента качества или СМК принято рассматривать, как систему менеджмента для руководства и управления организацией применительно к качеству. СМК призвана таким образом организовать деятельность предприятия, чтобы гарантировано обеспечить стабильное качество продукции предприятия и настроить это качество на ожидания потребителей. При этом ее главная задача - не контролировать каждую единицу продукции или операцию, а сделать так, чтобы исключить ошибки в работе, которые могли бы привести к появлению несоответствий.

СМК на базе стандартов ИСО серии 9000 это инструмент, позволяющий достичь желаемых результатов. При грамотном внедрении и управлении СМК дает следующие выгоды предприятию:

- демонстрацию потребителю возможностей предприятия, создание благоприятного имиджа;
- заинтересованность поставщиков в долговременном сотрудничестве в рамках реализации восьмого принципа менеджмента качества: «взаимовыгодные отношения с поставщиками»;
- возможность конкурировать на рынке с сертифицированными предприятиями;
- сосредоточение деятельности всего персонала на достижении целей предприятия и ожиданиях потребителей;
- эффективность управления производством, повышение производительности, снижение затрат;
- достижение и сохранение желаемого качества выпускаемой продукции;
- устранение дублирования функций, оптимизация информационных потоков, повышение показателей результативности и эффективности.

Рассмотрим реализацию требований ИСО к СМК ОАО «ВОМЗ» на примере прицела оптического PV2-10x48L.

1. Мониторинг рынка. Первый принцип СМК звучит: «Ориентация на потребителя». Предприятию необходимо не только выпускать качественную продукцию, но и востребованную на рынке. Прицел оптический PV2-10x48L отличается цельнометаллическим корпусом, и принципиально новой конструкцией, устойчивой к ударным нагрузкам, снабжен узлом смены увеличения

кратности от 2 до 10 и благодаря многослойному просветляющему покрытию оптики отличается повышенной светосилой. Данный товар является востребованным на рынке.

2. Проектирование и разработка. На ОАО «ВОМЗ» функционирует специализированное конструкторское бюро гражданского приборостроения. На всех стадиях разработки проводится систематический анализ проекта в целях оценивания способности результатов проектирования удовлетворять требованиям потребителя. От качественного выполнения конструкторской документации напрямую зависит качество готового изделия.

3. Закупки материалов и комплектующих. Для изготовления прицела оптического PV2-10x48L ОАО «ВОМЗ» закупает материал (металл, резина) и комплектующие. Предприятие должно оценивать и выбирать поставщиков на основе их способности поставлять продукцию в соответствии с требованиями, а также должны быть разработаны критерии отбора и оценки. Безусловно, от качества покупных комплектующих зависит качество выпускаемого изделия. ОАО «ВОМЗ» берет на себя обязательства перед потребителем за качество готового продукта.

4. Человеческие ресурсы. Персонал, выполняющий работу, влияющую на соответствие продукции требованиям, должен быть компетентным на основе полученного образования, подготовки, навыков и опыта. На предприятии в рамках реализации процесса СМК «Человеческие ресурсы» осуществляется подбор и расстановка квалифицированных кадров, так как на каждом этапе производства все работники прямо или косвенно влияют на качество продукции.

5. Технологическая подготовка производства. С целью оценки эффективности и результативности технологического сопровождения выпуска продукции на предприятии выделен процесс «Технологическая подготовка производства». В рамках процесса контролируется планирование технологической подготовки производства, разработка технологических процессов (ТП), метрологическая экспертиза ТП, согласование и утверждение технологической документации в соответствии с требованиями Государственных стандартов системы ЕСТД и стандартами предприятия. Технологическая подготовка производства является продолжением работ по проектированию изделия. На этой стадии устанавливается, при помощи каких технических методов и средств, способов организации производства должно изготавливаться данное изделие, окончательно определяется его себестоимость и эффективность производства. Такая технология разрабатывается для каждого нового изделия, в том числе и для рассматриваемого прицела, в целях повышения технического уровня и снижения издержек производства, улучшения условий труда, охраны окружающей среды.

Система менеджмента качества ОАО «ВОМЗ» демонстрирует способность обеспечить выпуск качественной и востребованной продукции. По дан-

ным отдела технического контроля прицел оптический PV2-10x48L рекламировался в 2014 году 4 раза, и по результатам анализа все дефекты вызваны браком покупных комплектующих изделий. Отделу материально-технического снабжения ОАО «ВОМЗ» необходимо проработать поставщиков бракованной продукции с целью их замены. В целом можно сделать вывод, что изделие Прицел PV2-10x48L – качественное и пользуется популярностью на рынке оптических приборов России и стран СНГ.

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

*И.Ф. Хакимзянов, А.Х. Шаяхметова*

*П.А. Кайнов, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Казанский государственный технологический университет

г. Казань

Большая энергоемкость процесса производства тепловой энергии заставляет усиленно заниматься поисками альтернативных решений для ее уменьшения. Наряду с эффективным использованием традиционных источников энергии необходимо найти действенные методы использования теплоты отработанного воздуха, выбрасываемых в атмосферу в огромных количествах.

Вдобавок в настоящее время из-за дефицита топливных ресурсов и роста стоимости энергии наибольший интерес представляет использование теплоты отработанного воздуха, например, в процессах сушки. Поскольку этот процесс сопровождается большими потерями и выбросами в атмосферу испаряющейся влаги. Одним из возможных вариантов решения проблемы улавливания отработанной теплоты в этих процессах является использование теплонасосных установок. Однако применение тепловых насосов предполагает потребление компрессором самого дорогостоящего энергоносителя – электричества [1].

Для экономии энергетических ресурсов предложена конструкция теплового насоса, работающего от двигателя внутреннего сгорания (ДВС). При этом с целью экономии топливных ресурсов работа ДВС осуществляется на синтез-газе, получаемом путем термохимической конверсии отходов деревообработки (использование торрефицированных пеллет) [2]. Схема технологического комплекса представлена на рисунке.

Основное конструктивное достоинство данного технологического комплекса состоит в том, что для большей эффективности в процессах сушки имеет место применение теплового насоса, который передает намного больше количества энергии, чем потребляет. Таким образом, повышается эффективность проведения процесса сушки в сушильной камере.

Наиболее распространенными являются парокompрессионные тепловые насосы, работающие от двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Это связано с тем, что подвод низкопотенциального тепла, определяющий эффективность работы теплового насоса, у этого типа установок осуществляется при фазовом переходе (испарении) рабочего тела.

В данном технологическом комплексе синтез-газ поступает в двигатель внутреннего сгорания, где напрямую сжигается. При сжигании газа в ДВС вырабатывается энергия, примерно 60% - это тепловая составляющая, которая может быть направлена непосредственно для различных промышленных и технологических нужд (например, для систем отопления и нужд горячего водоснабжения), и примерно 30% - это механическая составляющая, которая направляется на привод теплового насоса. При этом ТН на улов тепловой энергии и возвращение ее обратно в технический процесс затрачивает в 3-5 раз меньше энергии, чем передает, т. е. на возврат в систему 5 кВт теплоты ТН затратит только 1 кВт электроэнергии.

Переносимая тепловым насосом энергия может быть направлена на различные нужды, например, в систему отопления жилых и производственных помещений и горячего водоснабжения; технологические нужды (тепловая обработка, сушка различных продуктов и материалов).

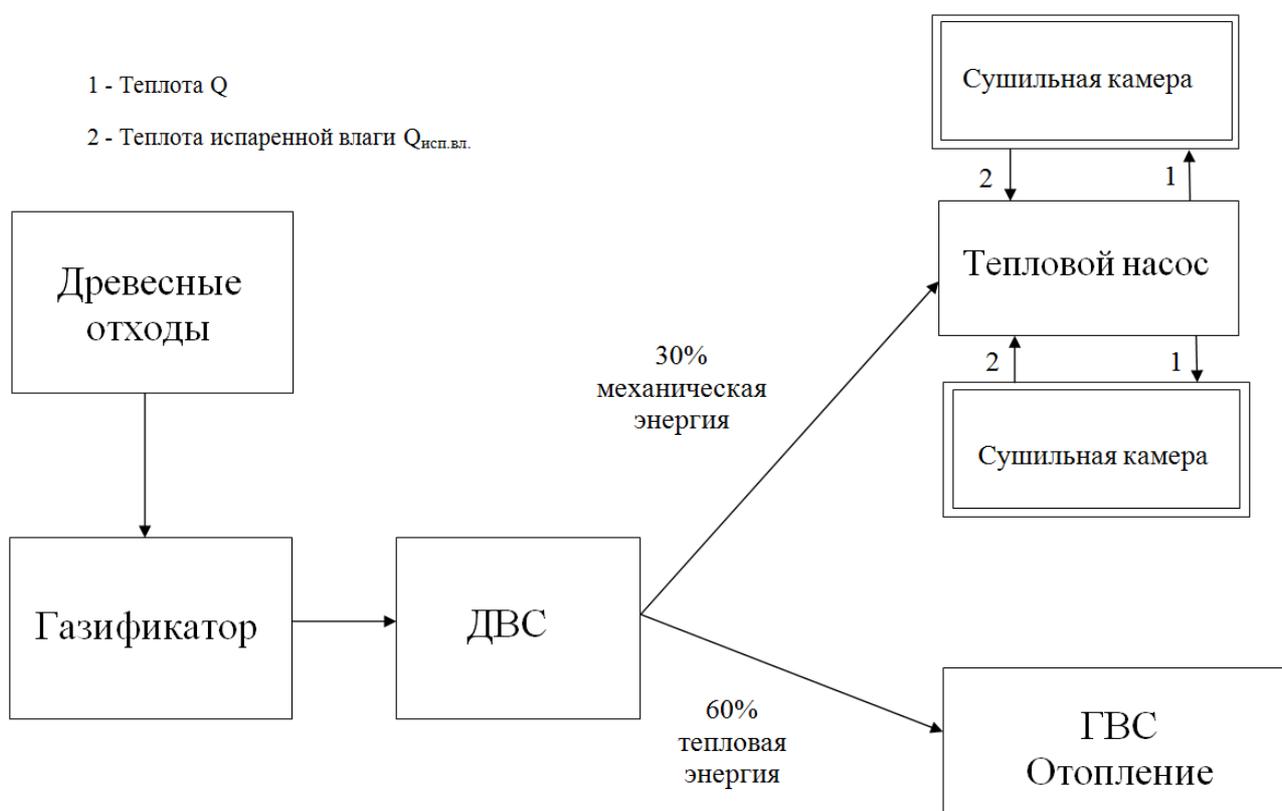


Рис. Схема технологического комплекса по выработке тепловой энергии для процессов сушки

Предложенный комплекс может успешно применяться для отопления в зимнее время производственных и жилых площадей, в сушильных и тепловых установках, в ЖКХ, в химической, лесной, деревообрабатывающей, пищевой, сельскохозяйственной и нефтяной промышленности.

Таким образом, можно сделать вывод, что данный технологический комплекс позволяет осуществить экологически чистую технологию производства тепловой энергии для различных промышленных и технологических нужд.

1. Сафин Р.Р. Обзор современных технологических решений повышения энергоэффективности в процессах сушки пиломатериалов / Сафин Р.Р., Хакимзянов И.Ф., Кайнов П.А., Николаев А.Н., Сафина А.В. // Вестник Казанского технологического университета. - 2014. - Т. 17. - № 21. - С. 50-52.

2. Сафин Р.Р. Разработка комплекса эффективного использования топливных ресурсов для получения тепловой энергии / Сафин Р.Р., Хакимзянов И.Ф., Кайнов П.А., Хасаншина Р.Т. // Вестник Казанского технологического университета. - 2014. - Т. 17. - №18. - С. 219-221.

## **КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ШЕСТИГРАННОГО СВЕРЛЕНИЯ**

*Н.А. Чалышева*

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

Под шестигранным сверлением понимается обработка отверстий с поперечным сечением в форме правильного шестиугольника. Принципиальная возможность сверления отверстий с некруглым поперечным сечением была обоснована в ряде трудов.

В частности, шестигранные отверстия могут быть обработаны специальными пятивершинными РК–сверлами (рис.1).

РК-сверла имеют сложную неоптимизированную конструкцию.

Это связано с тем, что неизвестен закон движения вершин РК-пятиугольника.

Нами ранее выведен аналитический закон движения РК-треугольника в квадратной направляющей рамке. При этом решалась система из четырех уравнений, т.к. сохранялся четырехточечный контакт между направляющей рамкой и инструментом.

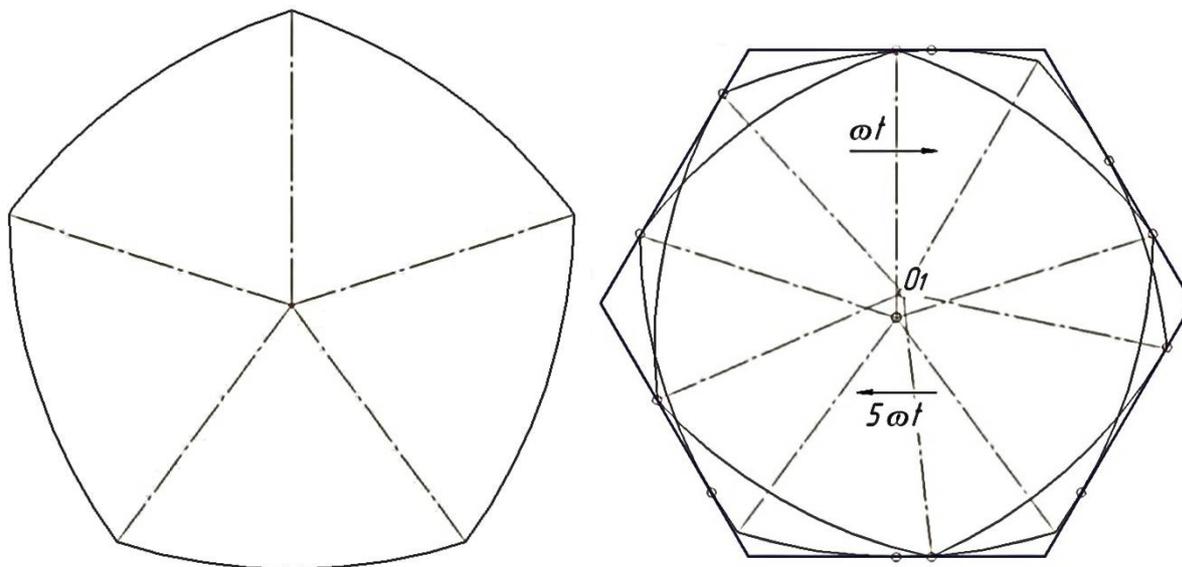


Рис. 1. Пятивершинный РК-профиль и его обкатывание в шестиугольной направляющей рамке

Для аналитического решения задачи с пятивершинным РК-контуром необходимо составление и совместное решение шести уравнений, действующих в одной плоскости. Это объясняется наличием шести точек контакта РК-профиля и направляющей шестиугольной рамки. Задача статически неопределима.

Поэтому было принято отказаться от аналитического решения в пользу более современного компьютерного графического метода. Компьютерная графика позволяет с многократным увеличением получить координаты характерных точек в зависимости от угла поворота РК-пятиугольника.

На основе этого метода получен графический закон движения РК-пятиугольника (рис. 2). На графике видна точка перегиба (полученная при повороте на  $15^{\circ}$ ). При дифференцировании закона движения на законе скоростей в точке перегиба отмечается экстремум функции. При повторном дифференцировании на законе ускорений наблюдается как минимум, так и максимум функции. Получены законы скоростей и ускорений (рис. 3, рис. 4).

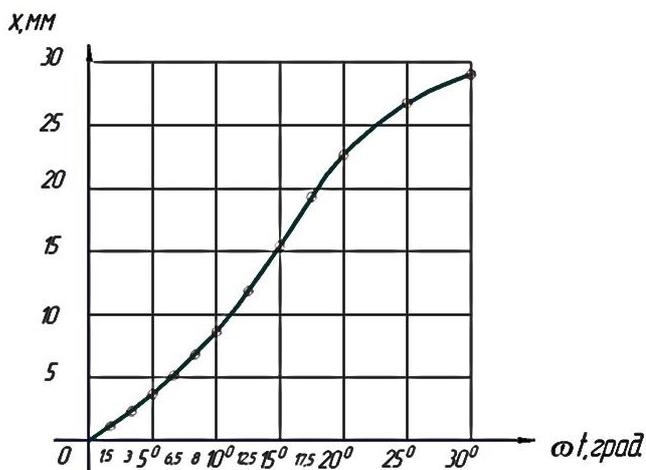


Рис. 2. Закон движения

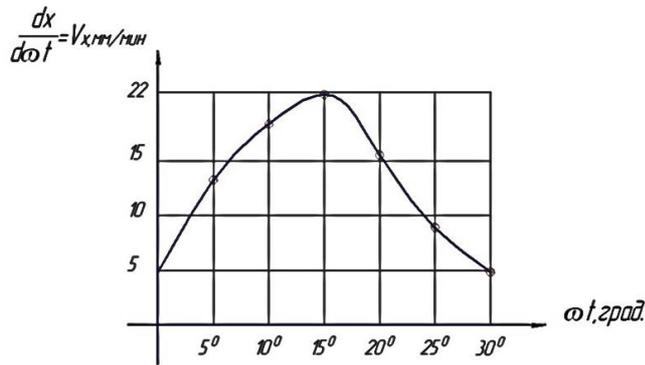


Рис. 3. Закон скоростей

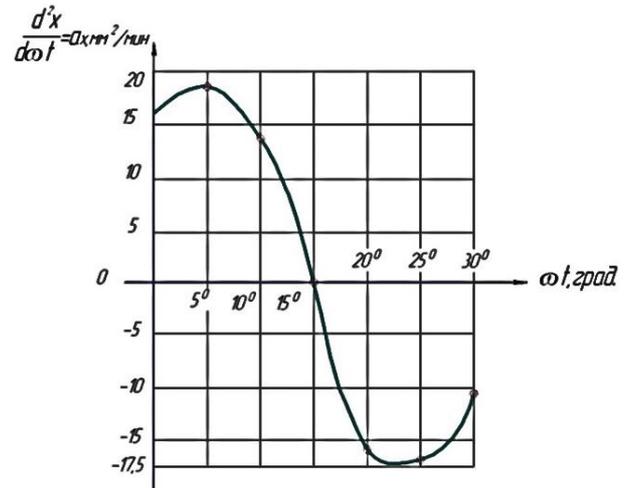


Рис. 4. Закон ускорений

Исходя из полученных законов, можно сказать об относительной плавности движения РК-инструмента в направляющей рамке.

Геометрический и кинематический анализ шестигранного сверления позволил уточнить элементы геометрии в конструкции специального сверла, позволил адаптировать инструмент для обработки шестигранных отверстий на станках с ЧПУ.

## ОСОБЕННОСТИ КОНТУРНОГО ФРЕЗЕРОВАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДЕТАЛЕЙ СЛОЖНОЙ ГЕОМЕТРИИ

*А.А. Шилова*

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

Для обработки наружных и внутренних контуров применяют концевые фрезы, работающие наружной цилиндрической поверхностью. Их применяют для обработки плоских поверхностей в углублениях, пазах, различных по геометрии выемках. При фрезеровании стенок и ребер диаметр  $D$  концевой фрезы выбирают из условия:

$$D = (5 \dots 10) b + 2r,$$

где  $b$  – толщина получаемой стенки или ребра;

$r$  – радиус закругления режущих кромок по торцу фрезы.

При обработке контурной поверхности, на диаметр фрезы накладывается дополнительное ограничение, определяемое геометрией контура, согласно ко-

торому радиус фрезы  $0,5D$  не должен превышать наименьшего радиуса сопряжения  $R_{min}$  в создаваемом контуре:

$$0,5D \leq R_{min} .$$

Для прорезания обычных пазов, ширина которых равна удвоенному радиусу закругления  $2R$  на концах паза, диаметр концевой фрезы следует выбирать равным ширине паза  $D = 2R$ . Это позволяет выполнить обработку паза с меньшим числом проходов. Для получения более точной ширины подобных пазов, диаметр концевой фрезы следует выбирать меньше ширины паза  $D \leq 2R$ , что позволяет выполнить дополнительный чистовой проход по контуру паза.

При глубине паза значительно большем диаметра фрезы, припуск по глубине делят на несколько частей и осуществляют послойный съем материала. При выполнении углублений, канавок, пазов концевую фрезу сначала заглубляют по оси шпинделя на величину, равную глубине резания. На зубьях, расположенных по торцу фрезы, выполняют заточку по специальной геометрии. Возможно выполнение заглубления по предварительно полученному отверстию. С этой целью предусматривают дополнительный переход - сверление отверстия, диаметр которого превышает диаметр фрезы.

Для уменьшения деформаций заготовки обработку заглублений рекомендуется выполнять с середины контура, а обработку уступа и выемок следует начинать с удаления крайних слоев металла.

При чистовом проходе по контуру, концевая фреза на участке внутреннего радиусного сопряжения подвергается действию скачкообразной, многократно возрастающей нагрузки. Фреза практически останавливается и меняет направление подачи (рис. 1 а). В итоге происходит резкое изменение глубины резания от заданного номинального значения  $t_n \leq 0,2 \dots 1$  мм до максимального, предельного значения, равного радиусу фрезы  $t_{max} = 0,5D$ . Резкое, многократное увеличение силы резания вызывает отжим фрезы и образование на обработанной поверхности погрешности формы в виде уступов, выемок, подрезов. Возможна также и поломка инструмента, что означает возникновение аварийной ситуации и получение бракованной детали.

Для уменьшения возрастающей силы резания при обходе закруглений и других криволинейных участков рекомендуется применять концевую фрезу с радиусом меньшим, чем минимальный радиус закругления на создаваемом контуре. При этом припуск под чистовой проход на радиусах внутренних сопряжений рекомендуется оставлять не выше  $1 \dots 2$  мм, а на остальных участках стационарного резания не выше  $(0,15 \dots 0,25) D$  диаметра фрезы. Кроме того, рекомендуется на длине  $10 \dots 15$  мм перед точкой резкого изменения направления движения вводить командой  $G 09$  торможение для уменьшения контурной

подачи в 2...3 раза. На современных станках с ЧПУ подобное торможение предусмотрено программным обеспечением УЧПУ.

Дополнительным эффективным средством является предискажение траектории перемещения фрезы, которое определяется на основе расчета упругих перемещений, возникающих при изменении силы резания.

Колебание нагрузки при контурном фрезеровании происходит в результате изменения ширины фрезерования, изменяющейся в соответствии с изменением высоты обрабатываемой стенки ребра  $B = H$  (рис. 1б)

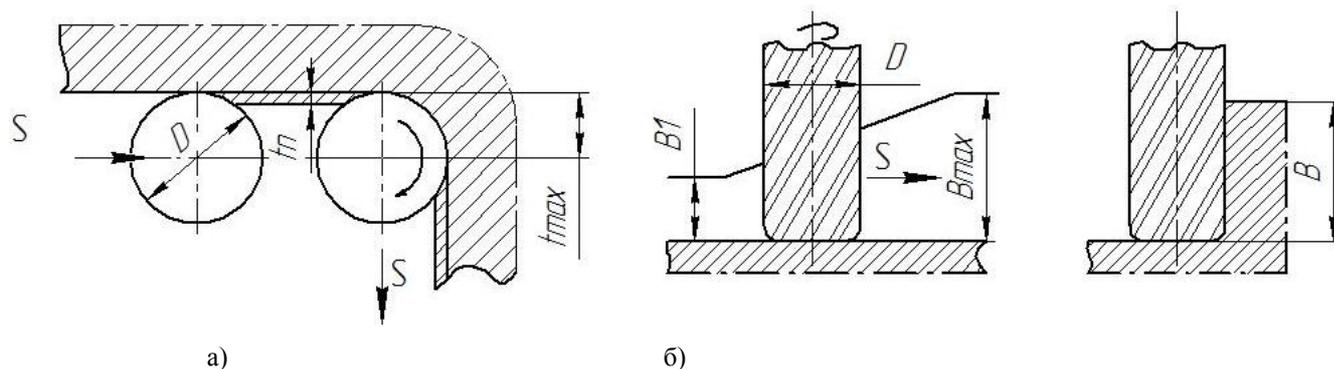


Рис. 1. Изменение параметров обработки при контурном фрезеровании концевой фрезой:  
 а – изменение глубины резания при перемене направления движения;  
 б – изменение ширины фрезерования при изменении высоты стенки

Для обеспечения достаточной жесткости концевой фрезы, рекомендуется выбирать диаметр фрезы  $D$ , при котором соблюдаются условия  $2,5 D \leq H$ , где  $H$  наибольшая высота фрезеруемой стенки. При этом длина режущей части фрезы  $L$  принимается равной:

$$L = H + (5 \dots 7) \text{мм.}$$

1. Техничко-экономические характеристики и структурно-компоновочные решения зарубежных гибких производственных систем для механообработки / Ю.П. Завгородний, М.З. Хостикоев, И.В. Брук и др. Монография, НИИМАШ. – 1984 с.

## WPLYW SPOSOBU PRZEPROWADZENIA POMIARÓW KĄTÓW NA WIELKOŚĆ NIEPEWNOŚCI

*Maciej Szarata*

*Mariusz Jenek, opiekun naukowy, dr inż.*

Uniwersytet Zielonogórski

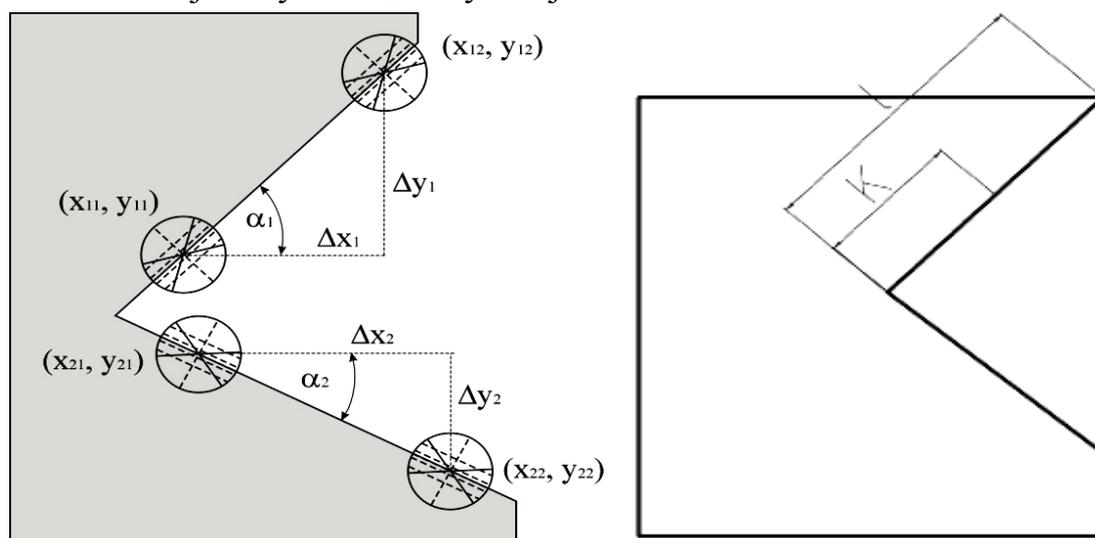
Polska

Celem badania było ustalenie wpływu rozmieszczenia pomiarów kątów ( w metodzie pośredniej) na wielkość niepewności. Dokonano obliczeń niepewności uzyskanych wartości kątów, a także scharakteryzowano i przedstawiono na wykresie zmianę uzyskanych niepewności wraz ze zwiększającą się odległością punktów pomiarowych od wierzchołka kąta.

Pomiary kątów zarówno metodą bezpośrednią (bezpośredni odczyt) jak i pośrednią (odczyt współrzędnych) zostały przeprowadzone na mikroskopie warsztatowym. Do przeprowadzenia badania została wykorzystana płytką wzorcowa której kąt nominalny wynosił  $45^{\circ}$ .

### Wprowadzenie

Mikroskopy pomiarowe są zaliczane do grupy optycznych przyrządów pomiarowych. Ich konstrukcja i bogate wyposażenie umożliwia wykonywanie pomiarów wymiarów liniowych i kątów zarówno metodą bezpośrednią jak też pośrednią. Możliwość pomiaru współrzędnych punktów pozwala na określenie najbardziej złożonych kształtów przedmiotu. Zakres pomiarowy użytego mikroskopu mieści się w przedziale od 0 do 200 mm, jednak w przypadku maksymalnych przesuwów konieczne jest użycie płytek wzorcowych w połączeniu z zakresem samej śruby mikrometrycznej.



Rys. 1 . Zasada wyznaczania kąta metodą pośrednią

Wartość działki elementarnej na bębnach(śrub mikrometrycznych) do przesuwu w osiach X i Y (płaszczyzna stołu), wynosi 0,01 mm. Mikroskopy warsztatowe standardowo wyposażone są w obiektywy o powiększeniu x1; x1,5; x3 i x5 oraz głowicę goniometryczną przeznaczoną do pomiarów długości i kątów.

### Metodyka badań

Jedną z metod pomiaru kątów na mikroskopie warsztatowym jest metoda pośrednia. Jest to metoda bardziej skomplikowana i wymagając dużej dokładności i obliczeń. Polega na usytuowaniu środka krzyża pajęczego płytki goniometrycznej na skrajnym odcinku pierwszego z ramion kąta mierzonego przedmiotu i usytuowaniu płytki w ten sposób aby kreska poziom pokryła się z ramieniem kąta. Następnie należy dokonać odczytu współrzędnych ze śrub mikrometrycznych. W kolejnym kroku należy przesunąć krzyż pajęczy na drugi skrajny odcinek tego ramienia i dokonać odczytu ze śrub mikrometrycznych. Takich samych pomiarów należy dokonać również na drugim ramieniu kąta. Po dokonaniu tych pomiarów i obliczeniach uzyskamy wartości kątów które należy zsumować, aby uzyskać wartość mierzonego kąta.

### Wyniki pomiarów

#### Pomiar kąta metodą pośrednią oraz obliczenie niepewności pomiaru:

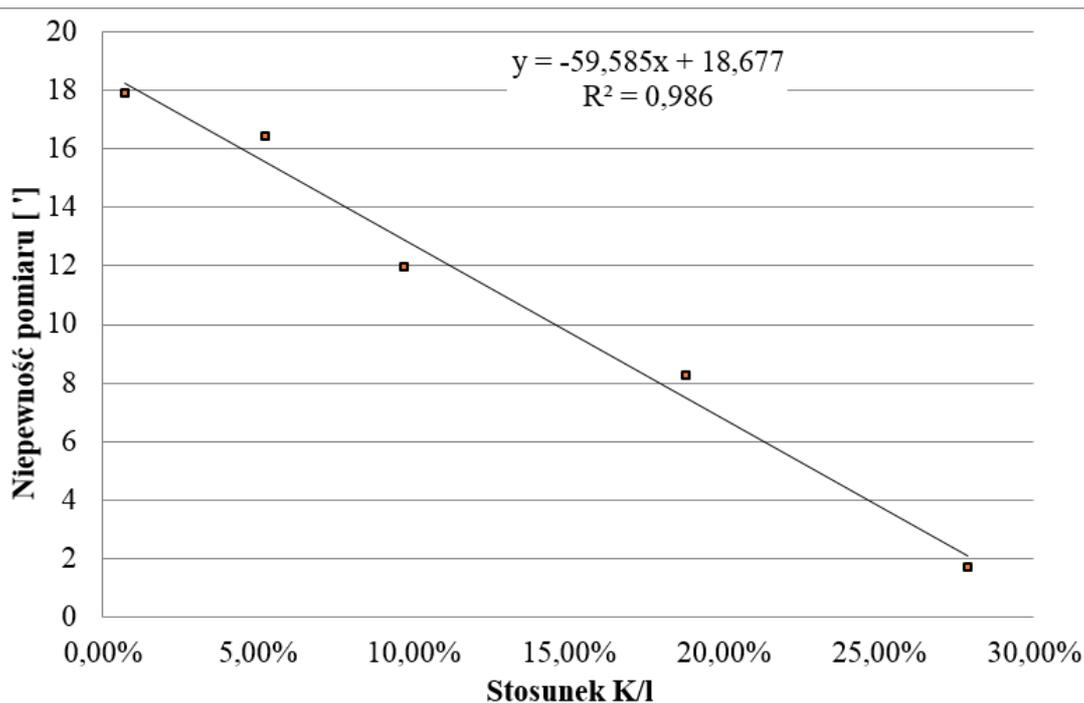
$\alpha_1 + \alpha_2$	44°54'	45°03'	44°57'	44°58'	45°01'
-----------------------	--------	--------	--------	--------	--------

Obliczenie niepewności pomiarów:

$$u_c(\alpha) = \pm(u_c(\alpha_1) + u_c(\alpha_2)) = \pm \left( \left| \frac{-\Delta y_1}{\Delta x_1^2 + \Delta y_1^2} \right| \cdot |u_c(x)| + \left| \frac{\Delta x_1}{\Delta x_1^2 + \Delta y_1^2} \right| \cdot |u_c(y)| + \left| \frac{-\Delta y_2}{\Delta x_2^2 + \Delta y_2^2} \right| \cdot |u_c(x)| + \left| \frac{\Delta x_2}{\Delta x_2^2 + \Delta y_2^2} \right| \cdot |u_c(y)| \right)$$

Uzyskane niepewności dla poszczególnych pomiarów( odległość rośnie):

<b>1 Pomiar</b>	<b>2 Pomiar</b>	<b>3 Pomiar</b>	<b>4 Pomiar</b>	<b>5 Pomiar</b>
17'53"	16'24"	11'58"	8'15"	1'43"



Rys. 2. Przebieg zmienności uzyskanej niepewności pomiaru w zależności od usytuowania punktu pomiarowego

## WNIOSKI

Po przeprowadzeniu pomiarów i analizie uzyskanych wyników można wywnioskować, że niepewność pomiaru maleje wraz ze wzrostem odległości danego punktu pomiarowego od punktu odniesienia (wzrost odległości od wierzchołka kąta).

Powyższe badanie pokazało więc, że warunkiem uzyskania małej niepewności pomiaru jest rozmieszczenie punktów pomiarowych na jak najdłuższym ramieniu. Wynika to głównie ze stosowanego wzoru na niepewność pomiarową, większe wartości (x,y) powodują zmniejszenie mianownika i ostatecznie uzyskanie mniejszej niepewności. Najmniejszą odchyłkę wynoszącą [1' i 2'] od wartości wzorca (płytki) uzyskaliśmy dla 4 i 5 pomiaru, co po raz kolejny potwierdza powyżej sformułowane wnioski.

1. Jenek M., *Metrologia Długości i Kąta*, Zielona Góra 2012

## ВЛИЯНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТОЧЕК ИЗМЕРЕНИЯ НА ПОГРЕШНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ УГЛА

Приведены результаты влияния расположения точек измерения на погрешность измерения угла (косвенный метод). Рассчитаны значения неопределенности полученных углов, показаны на графике изменения полученных неопределенностей в функции расстояния точек измерения от вершины угла.

## WPLYW POMIARU ODLEGŁOŚCI CIĘCIWY OD KRAWĘDZI ŁUKU, NA DOKŁADNOŚĆ OBLICZEŃ

*Mateusz Szczygiel*

*Mariusz Jenek, opiekun naukowy, dr inż.*

Uniwersytet Zielonogórski

Polska

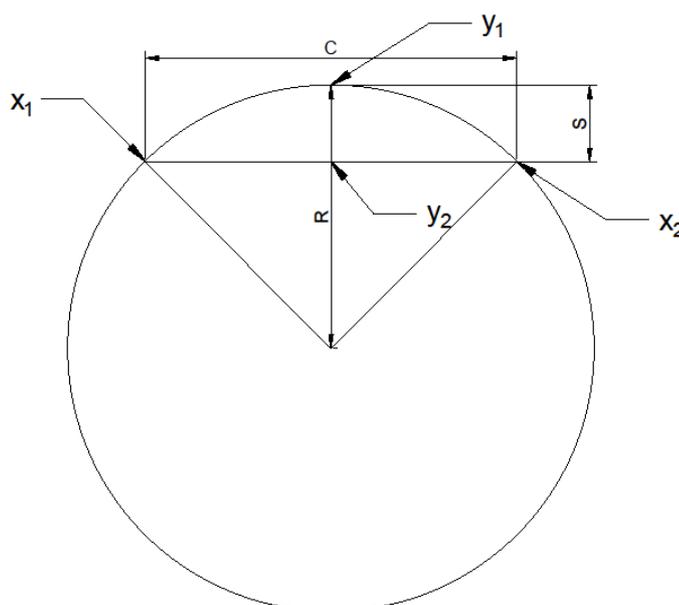
### Wprowadzenie

Pomiary średnicy otworu i dokładności pomiarowe z nią związane, są bardzo ważne zwłaszcza w takich dziedzinach jak eksploatacja i konstrukcja elementów części maszyn i urządzeń. Pomiary zarysów promieni łuków wykonuje się w celu sprawdzenia poprawności wykonania określonych elementów zgodnie z warunkami technicznymi postawionymi przez konstruktora. Pozwoli to zapewnić poprawność działania urządzenia w okresie jego eksploatacji. Wybór metody pomiarowej zależy w głównej mierze od wartości promienia.

### Metodyka badań

Pomiaru średnicy otworu można dokonać na wiele sposobów. Jedną z nich jest pośrednia metoda cięciw. Metodę tą stosuje się gdy pomiar bezpośredni nie może zostać wykonany. Przyczyną może być pomiar wycinka promienia. Metoda cięciw polega na pomiarze odległości cięciwy od krawędzi łuku ( $s$ ) i odpowiadająca jej długość cięciwy łuku ( $c$ ). Związek geometryczny pomiędzy promieniem a cięciwą podano na rys. 1.

Sprawdzone zostaną zależności między niepewnością pomiarową  $\Delta R$  od wartości wskaźnika  $s$ , oraz Promienia mierzonego  $R$  od wartości wskaźnika  $s$ . W tym celu zostały przeprowadzone pomiary zawarte w Tabeli 1. i przeprowadzono niezbędne obliczenia. Pomiary zostały przeprowadzone przy pomocy mikroskopu warsztatowego.



Rys 1. Schemat pomiarowy

### Wyniki badań

Wysokość przedmiotu 10,03 mm

Przedmiot badany : Otwór o średnicy  $50 \pm 0,0000$  mm

Pomiar metodą cięgiwy, promień mierzonego łuku określa zależność:

$$R = \frac{c^2}{8s} + \frac{s}{2}$$

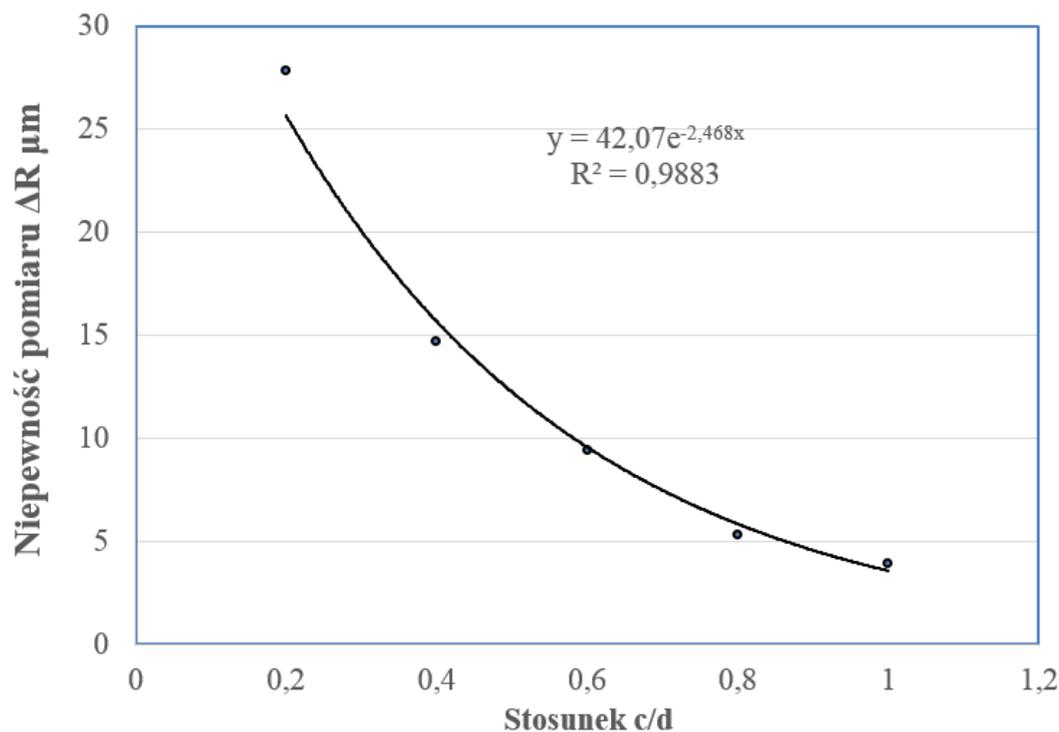
Niepewność pomiaru określa wzór

$$\Delta R = \pm \left[ \left| \frac{c}{4s} \right| \times |\Delta c| + \left| \frac{1}{2} - \frac{c^2}{8s^2} \right| \times |\Delta s| \right]$$

Tabela 2

### Wyniki obliczeń

	S	Niepewność pomiaru $\Delta R$
1	5 mm	$\pm 27,8555 \mu m$
2	10 mm	$\pm 14,6607 \mu m$
3	15 mm	$\pm 9,4180 \mu m$
4	20 mm	$\pm 5,3257 \mu m$
5	25 mm	$\pm 3,9171 \mu m$



Wykres 1. Zależność niepewności pomiarowej  $\Delta R$  od wartości stosunku  $c/d$

### Wnioski

Po przeprowadzonym badaniu można wywnioskować, że najdokładniejszy pomiar wykonany w miejscu średnicy otworu, jak przedstawiono to na Wykresie 2. Jest to również miejsce w którym Niepewność pomiaru  $\Delta R$  jest najmniejsza.

Na Wykresie 1 została przedstawiona zależność zachodząca między Niepewnością pomiaru a Wartością  $s$ . Jak można zauważyć, niepewność spada odwrotnie proporcjonalnie wraz z wzrostem wskaźnika  $s$ , aż do najniższej uzyskanej wartości  $3,9171 \mu m$  w miejscu średnicy otworu. Można w ten sposób stwierdzić że pomiary dokonywane podczas tej metody są najdokładniejsze, im bliżej średnicy się znajdują. Im dalej od średnicy tym większa Niepewność pomiaru  $\Delta R$ .

Jeśli nie mamy takiej możliwości, warto dokonywać pomiaru w najdalszym możliwym punkcie, w celu uzyskania jak najmniejszej niepewności pomiaru.

1. Mariusz Jenek, Metrologia Długości i Kąta, Zielona Góra 2012

### ВЛИЯНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТОЧЕК ИЗМЕРЕНИЯ НА ПОГРЕШНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ РАДИУСА

Измерение диаметра отверстия может быть выполнено различными способами. Одним из них является косвенный метод хорд. Этот метод используется, когда прямое измерение не может быть выполнено. В работе представлено влияние положения точек на размер погрешности измерений.

### DIAGNOSTYKA I LEGALIZACJA BUTLI CIŚNIENIOWYCH W ŚWIETLE NOWYCH PRZEPISÓW UE

*Jarosław Nowak*

*Mariusz Jenek, opiekun naukowy, dr inż.*

Uniwersytet Zielonogórski

Polska

Rozwój spawalnictwa nie był by możliwy jeżeli nie wynaleziono zbiorników przenośnych wysokiego ciśnienia zwanego butlami. BUTLA – oznacza transportowe naczynie ciśnieniowe wielokrotnego użytku, o pojemności wodnej nie większej niż 150l. Butle mogą być wytwarzane z różnych materiałów (stal węglowa, stal stopowa, miedź, stopy aluminium, materiały kompozytowe, materiały syntetyczne, szkło). Przystąpienie polski do UE wymusiło dostosowanie obowiązujących przepisów w zakresie diagnostyki i legalizacji butli gazowych dotyczących budowy, systemu kodowania, kontroli okresowej [1-8]

Butle ciśnieniowe wielokrotnego napełniania powinny podlegać badaniom okresowym w odstępach czasu podanych w instrukcji pakowania P200 i P203. Szczegółowy zakres badania określają stosowne normy [2-8] i są one zgodne z terminami badań okresowych butli podanych w instrukcji pakowania P200 i P203 ADR.

Procedura badań okresowych pojemników ciśnieniowych obejmuje:

- identyfikację butli i przygotowanie do badania,
- badanie wizualne zewnętrzne (rewizja zewnętrzna),
- badanie wizualne wewnętrzne (rewizja wewnętrzna),
- badania dodatkowe,
- sprawdzenie szyjki butli,
- próba ciśnieniowa lub badanie ultradźwiękowe,
- sprawdzenie zaworu,
- działania końcowe,
- odrzucenie butli nienaprawialnych.

Poszczególne badania powinny być wykonywane wg podanej kolejności. W szczególności rewizję wewnętrzną należy wykonać przed próbą ciśnieniową lub badaniem ultradźwiękowym. Przed badaniem butli wszystkie oznaczenia na butli powinny być zidentyfikowane. Szczególnie należy sprawdzić butle przeznaczone do wodoru, tzn. wymaganie dotyczące maksymalnej granicy plastyczności (np. dla butli ze stali 34CrMo4  $R_m < 950$  MPa, stosunek  $Re/R_m < 0,9$  tzn.  $Re < 855$  MPa) lub jeżeli butle są oznaczone zgodnie z EN 1089-1 to na butlach powinno być wybite „H”.

Zawory zablokowane lub niedrożne mogą zostać udrożnione zgodnie z załącznikiem D do EN 1968 i EN 1802. W załączniku tym są przedstawione procedury sprawdzenia czy zawór jest drożny oraz sposoby jego udrożnienia, które są zależne od własności toksycznych, palnych lub utleniających zawartości butli. Po bezpiecznym opróżnieniu butli należy wykręcić zawory butlowe, a następnie oczyścić z luźnych warstw farby, produktów korozji, smaru, oleju i innych czynników.

Procedura rewizji zewnętrznej obejmuje sprawdzenie czy nie występują: pęknięcia, rozwarstwienia, nacięcia, wypukłości, wgniecenia, uszkodzenia cieplne, korozja (ogólna, lokalna, liniowa), inne uszkodzenia (szlifowanie oznaczeń), integralność trwale przymocowanego osprzętu, stabilność butli (odchylenie od pionu stwarzające zagrożenie przewrócenia w trakcie eksploatacji).

Wszystkie butle powinny być sprawdzone wewnątrz przy użyciu odpowiedniego oświetlenia w celu wykrycia wad, takich jak: korozja, pęknięcia, rozwarstwienia (kryteria oceny takie jak przy rewizji zewnętrznej). Należy zwrócić uwagę żeby zastosowane oświetlenie nie stwarzało zagrożenia dla przeprowadzającego badanie.

Jeżeli wewnętrzne okładziny lub powłoki mogą przeszkodzić w rewizji wewnętrznej to należy je usunąć. Każda butla musi zostać poddana próbie ciśnieniowej lub badaniu ultradźwiękowemu. Jako medium próbne zaleca się użyć płynu, najlepiej wody. Badanie może być przeprowadzone jako ciśnieniowa próba wytrzymałościowa lub jako próba rozszerzalności objętościowej. Ciśnienie próbne powinno być zgodne z ciśnieniem wybitym na butli.

W dużej mierze kładzie się nacisk na sprawdzenie szyjki butli żeby maksymalnie zabezpieczyć butlę przed ulatnianiem się gazu. Sprawdzenie to obejmuje sprawdzenie gwintu wewnętrzny (czystość, kształt, uszkodzenia, zadziory, pęknięcia).

Na koniec badań butle poddawane są suszeniu, czyszczeniu i malowaniu.

Wnętrze butli powinno zostać całkowicie osuszone odpowiednimi metodami, szczególnie po hydraulicznej próbie ciśnieniowej. Jeżeli zdemontowane zawory mają być ponownie wkręcane do butli, to należy je sprawdzić. Metody sprawdzenia zaworów opisane są w załącznikach H [4,5]. Należy sprawdzić czy nie jest uszkodzony gwint zaworu, wrzeciono, pokrętło i cały zawór. Należy także zwrócić uwagę na materiał uszczelnienia, czy można zastosować go do danego rodzaju gazu. zgodnie z normą [9].

Zawory butli oraz kołpaki powinny spełniać wymagania zawarte w normach [10,11]. Zawory butli powinny być oznakowane znakiem II lub CE.

Po zbadaniu butli z wynikiem pozytywnym należy trwale wybić na butli datę przeprowadzonego badania (rok/miesiąc) oraz cechę przeprowadzającego badanie. Na samym końcu wyznacza się datę następnego badania. Rok następnego badania powinien zostać pokazany w widoczny sposób np. na naklejce, krążku umieszczonym między zaworem a butlą lub wybity trwale na butli. Wysokość znaków wybijanych na butli zależna jest od jej średnicy.

Decyzja o odrzuceniu butli może zostać podjęta na każdym etapie badania okresowego. Po uzgodnieniu z właścicielem butlę należy zrobić nienaprawialną za pomocą jednej z metod: mechaniczne zgniecenie butli, wypalenie nieregularnego otworu zajmującego ok. 10 % części sferycznej butli, ucięcie szyjki w nieregularny sposób, pocięcie butli na dwie lub więcej nierównych części, rozerwanie butli w bezpieczny sposób.

#### 1. 1.2.1 ADR

2. PN-EN 1800 PN-EN 12863 Butla do acetylenu:

3. PN-EN 1089-3:2004 System kodowania barwnego mający na celu identyfikację zawartości butli do gazów technicznych i medycznych.

4. PN-EN 1968: Butle do gazow – Okresowa kontrola i badania stalowych butli do gazów bez szwu.

5. PN-EN 1802: Butle do gazow – Okresowa kontrola i badania butli do gazów bez szwu ze stopu aluminium.

6. PN-EN 1440:Butle spawane ze stali do wielokrotnego napełniania gazem ciekłym ropopochodnym LPG (nie jest wskazana przez ADR);

7. PN-EN 12863: Butle do gazów –okresowa kontrola i konserwacja butli do rozpuszczonego acetylenu;

8. PN-EN 1803: Butle do gazów. Okresowa kontrola butli spawanych ze stali węglowej;

9. EN ISO 11114-2

10. PN-EN-849:1996/A2:2001. Transportowe butle do gazów- Zawory butli.

11. PN-EN- 962:1996/A2:2000 Butle do gazów – Kołpaki ochronne zaworu i osłony zaworu do butli do gazu do celów medycznych i technicznych- Projektowanie, konstrukcja i badania.

#### ДИАГНОСТИКА И ЛЕГАЛИЗАЦИЯ ГАЗОВЫХ БАЛЛОНОВ В СВЕТЕ НОВЫХ ПРАВИЛ ЕС

Развитие сварки не было бы возможным, если бы не изобретение переносных емкостей, называемые баллонами высокого давления. Вступление Польши в ЕС заставило адаптировать существующие требования в области диагностики и легализации, касающиеся конструкции, системы кодирования и периодического контроля газовых баллонов. В данной статье представлены вопросы, связанные с диагностикой и легализация газовых баллонов в рамках соответствующего законодательства.

#### BADANIE STEROWANIA NAPĘDEM ELEKTROHYDRAULICZNYM Z W UKŁADZIE Z DŹOJSTIKIEM HAPTIC

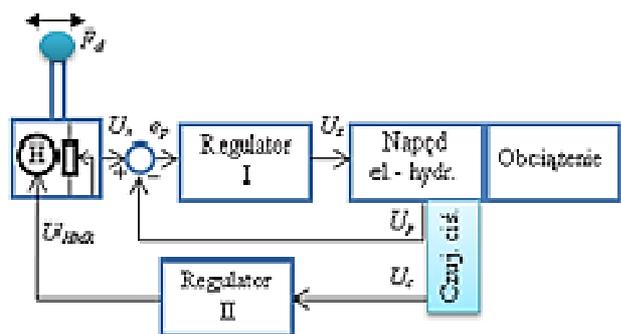
**Grzegorz KUCIA**

*Paweł Bachman, opiekun naukowy, dr inż.*

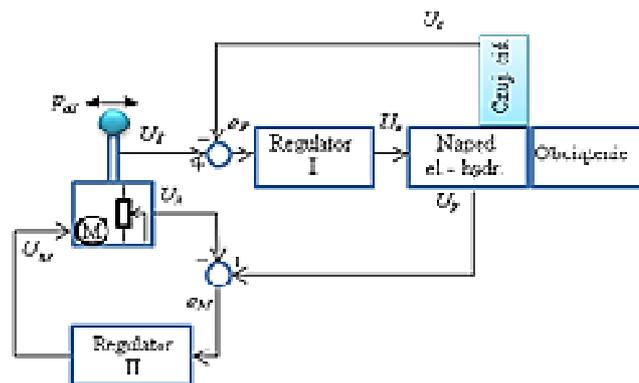
Uniwersytet Zielonogórski

Polska

Urządzenia dotykowe [3, 4] pracują w układzie impedancyjnym lub admitancyjnym [2]. W układzie admitancyjnym steruje się pozycją i odczuwa siłę oporu pomiędzy napędem a obciążeniem. W tym układzie wartością zadawaną jest napięcie  $U_x$ , odpowiadające położeniu, które zmieniane jest podczas ruchu dźwignią dźojstika. W urządzeniach tych nie wymagane jest stosowanie dodatkowych napędów. Układ pracy z rys. 1 jest to sterowanie położeniowe, ze sprzężeniem dotykowym, w którym opór dźojstika jest wprost proporcjonalny od siły oporu występującej na sterowanym urządzeniu. Taki układ nazywa się w literaturze asystującym układem haptic (*haptic assistive system*) [1]. W układach impedancyjnych steruje się siłą, a odczuwa położenie sterowanego obiektu (rys. 2).

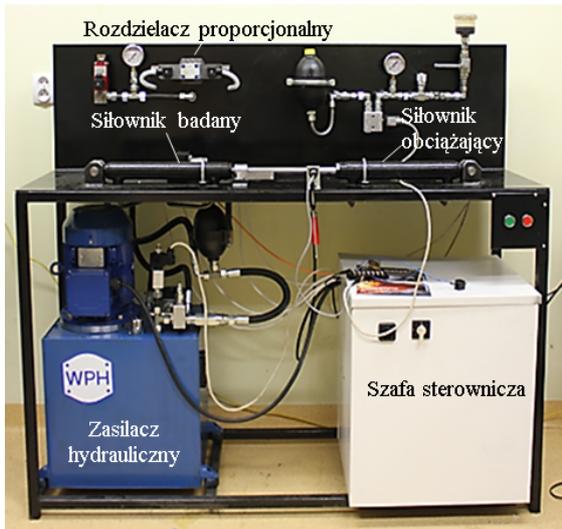


Rys. 1. Admitancyjny układy sterowania

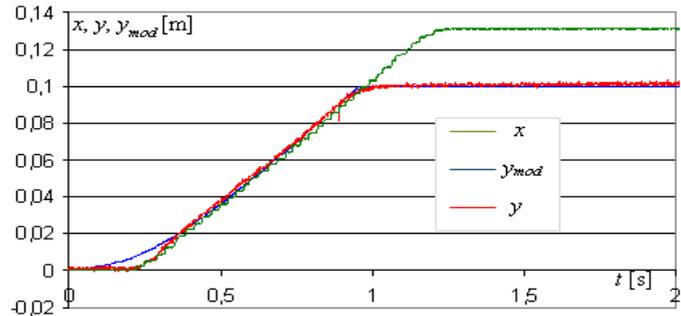


Rys. 2. Impedancyjny układy sterowania

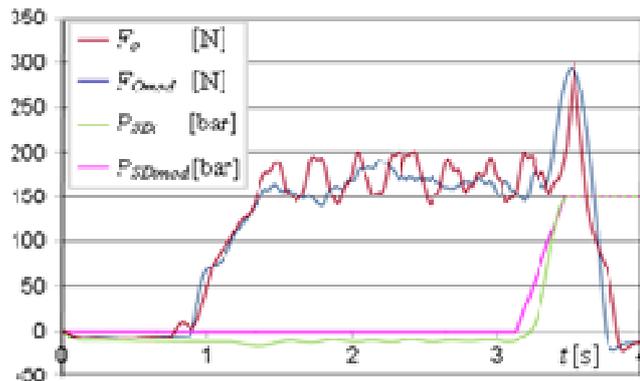
Dźwostik w tym układzie jest urządzeniem podrzędnym i musi zawierać napęd, np. silnik DC, który będzie go ustawiał w pozycji odpowiadającej położeniu sterowanego napędu. Dlatego urządzenia pracujące w układzie impedancyjnym zalicza się do aktywnych. W układzie siła oporu dźwostika  $F_{dl}$  wywoływana jest działaniem silnika prądu stałego, na który podawane jest napięcie  $U_M$ . W związku z tym nie ma konieczności stosowania w tym układzie hamulców. Występują tutaj dwie pętle z ujemnym sprzężeniem zwrotnym. Pierwsza odpowiada za sterowanie położeniem napędu elektrohydraulicznego. Sygnał napięcia  $U_c$  z czujnika ciśnienia, odpowiadający różnicy ciśnień w komorach siłownika, odejmowany jest od sygnału napięcia z dźwostika odpowiadającego sile na rękojeści  $U_F$ . Powstały w ten sposób uchyb regulacji  $e_F$  po przekształceniu w regulatorze podawany jest jako napięcie  $U_z$  na zawór proporcjonalny sterujący napędem elektrohydraulicznym. Druga pętla regulacji odpowiedzialna jest za dotykowe sprzężenie zwrotne i sterowanie położeniem dźwostika. W tej pętli napięcie  $U_x$  z potencjometru dźwostika, odpowiadające jego położeniu kątowemu, odejmowane jest od napięcia  $U_y$  z czujnika położenia siłownika. Uchyb regulacji położenia dźwostika  $e_M$  podawany jest poprzez regulator na silnik dźwostika, jako napięcie sterujące  $U_M$ . Rysunek 3 przedstawia stanowisko badawcze z napędem elektrohydraulicznym sterowanym zaworem proporcjonalnym. Na rys. 4 i rys. 5 pokazane są wyniki pomiarów, które udowadniają, że w obu przypadkach możliwe jest wykrywanie zmiany siły obciążenia za pomocą zmysłu dotyku. Układy takie mogą zapobiec przekroczeniu parametrów sterowania lub można dzięki nim wykrywać zderzenia w przeszkody. Gdy zastosuje się taki układ w maszynie np. w koparce, dźwigu, spycharce, może on wpłynąć pozytywnie na wzrost bezpieczeństwa sterowanej maszyny i przedmiotów w zasięgu jej pracy.



Rys. 3. Stanowisko badawcze



Rys. 4. Wyniki pomiarów w ukl. admitancyjnym



Rys. 5. Wyniki pomiarów w ukl. impedancyjnym

1. An J., Kwon D.-S., Haptic experimentation on a hybrid active/passive force feedback device, Proceedings of IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2002.

2. Ueberle M., Buss M., Control of kinesthetic haptic interfaces, in Proc. IEEE/RSJ Int. Conf. on Intellig. Rob. and Syst., Workshop on Touch and Haptics, 2004.

3. Kern T. A., Engineering - Haptic devices, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009.

4. Grunwald M., Human Haptic Perception – Basics and Applications, Birkhäuser-Verlag: Boston, Basel, Berlin 2008.

### Researches of electrohydraulic drive control system with haptic joystick

**Abstract:** This paper describes the possibility of controlling the electrohydraulic drive by "haptic" joystick in the admittance and impedance system. The results of tests, performed using the non-linear model and a real electrohydraulic drive, are presented. Also examined, as the control process affected introduction of additional haptic touch. For this purpose, the

### ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ С ТАКТИЛЬНЫМ ДЖОЙСТИКОМ

**Аннотация:** В статье описывается возможность управления электрогидравлическим приводом с помощью тактильного джойстика на основе функций

проводимости и сопротивления системы. Представлены результаты исследования влияния дополнительного элемента обратной связи на процесс управления. С этой целью протестированы системы без обратной связи и с наличием обратной связи.

## BADANIA WPŁYWU PARAMETRÓW TECHNOLOGICZNYCH NA JAKOŚĆ WYROBU W PROCESIE WTRYSKIWANIA

*Justyna Krzysińska*

*Mariusz Jenek, opiekun naukowy, dr inż.*

Uniwersytet Zielonogórski  
Polska

Wyroby z tworzyw sztucznych są powszechnie stosowane zarówno jako elementy codziennego użytku jak i elementy wykorzystywane w technice. Ich niewielkie koszty wytworzenia, szerokie spektrum możliwych właściwości (zależnych od materiału), dowolność kształtowania przyczyniają się do ich rozwoju. Jednak wytwarzanie elementów o przeznaczeniu technicznym, oprócz walorów estetycznych musi spełniać również wymagania techniczne. Wielość asortymentu tworzyw sztucznych i wynikających stąd ich właściwości zarówno eksploatacyjnych jak i technologicznych sprawia, że wykonanie elementu możliwe jest przy właściwie dobranych parametrach procesu wytwarzania.

Przedmiotem pracy było przedstawienie wpływu zmiany wielkości parametrów wtrysku na jakość detalu, wykonanych metodą wtryskiwania. Badany element stanowiła tuleja tworzywowa do mocowania termo- i hydroizolacji dachów płaskich z domocowaniem. Materiałem wykorzystanym do badania był Poliamid 6. Charakterystyczną cechą tego tworzywa jest duża odporność na uderzenia, zmienne warunki atmosferyczne, jak również plastyczność [1]. Jako rozpatrywane zmienne procesu, przyjęto prędkość, ciśnienie i temperaturę. W badaniach wykorzystano *Plan Frakcyjny Trójwartościowy* [2].

Tabela 1

**Tabela skojarzeń parametrów badań**

Nr próby	Ciśnienie [bar]	Prędkość [g/sec]	Temperatura [° C]
1.	1400	140	240
2.	1400	166,25	220
3.	1400	113,75	260
4.	1600	140	220
5.	1600	166,25	260
6.	1600	113,75	240
7.	1200	140	260
8.	1200	166,25	240
9.	1200	113,75	220

Po wykonaniu każdej próby wtrysku, pierwszą czynnością była ocena wizualna, zbiorcza wszystkich elementów w formie, której celem było określenie organoleptyczne wypełnienia elementów we wszystkich gniazdach formy, z uwzględnieniem wad w postaci niedolewów, nadlewów i przypaleń. W przypadku niedolewów lub nadlewów nie wykonywano dalszych pomiarów, a odpowiadające próbie parametry przyjmowano za niewłaściwe.

Przeprowadzono pomiary wyznaczonych wielkości, istotnych z punktu widzenia konstrukcyjnego, z 5-krotnym powtórzeniem - średnicy talerza dociskowego, długości tulei oraz długości kolców. Pomiary przeprowadzono na Mikroskopie Pomiarowym MWD. Z tabeli 1.2. wynika, że jedynym skojarzeniem parametrów, przy którym nie stwierdzono wad wizualnych oraz dla którego wystąpiła zgodność wymiarowa z dokumentacją konstrukcyjną są elementy próby pierwszej. Należy więc uznać je za optymalne w rozpatrywanym przypadku.

Badając pierwszy parametr - ciśnienie, okazało się, że przy użyciu materiału Poliamidu 6, był on jednym z najważniejszych czynników. Zaobserwowano, zależność niskiej temperatury materiału, do ciśnienia, tj. niski czynnik temperatury sprawiał, że materiał był porównywalnie gęstszy, co utrudniało jego sprawne przemieszczanie się do gniazd formy. Wyższe ciśnienie wyrównywało proces płynięcia Poliamidu 6 do wartości optymalnej.

Teoretycznie z trzech badanych parametrów, prędkość miała najmniejszy wpływ na jakość elementów, ponieważ przeprowadzając próby zauważono minimalny wpływ zróżnicowania prędkości wtrysku na jakość wyprasek. Miała ona znaczenie wspomagające np. przy niskim ciśnieniu, jej wysoka wartość wyrównywała poziom płynięcia materiału. Wykazano zależność między ciśnieniem, a prędkością - przy niższej wartości ciśnienia i większej wartości prędkości, zaobserwowano niedolania na kolcach detalu. Również zauważono zależność między temperaturą, a prędkością - przy niższej wartości temperatury i większej wartości prędkości, zaobserwowano niedolania na kolcach detalu. Badając kolejny parametr, czyli temperaturę, sprawdzono, że Poliamid 6 ma swój wykaz płynięcia od temperatury 240<sup>0</sup>C, natomiast w badaniach przyjęto również temperaturę 220<sup>0</sup>C, by zobaczyć, jak materiał ten zachowa się przy niższej wartości tego parametru. Dla potrzeb badań przyjęto trzy progi temperaturowe, tj. 220<sup>0</sup>C, 240<sup>0</sup>C i 260<sup>0</sup>C. W trakcie prób potwierdziło się, że w temperaturze 220<sup>0</sup>C materiał nie wykazywał prawidłowych właściwości płynnych, pozwalających na wtrysnięcie materiału do formy. Przyjęta wartość była za niska. Skutkowało to użyciem większego ciśnienia lub prędkości. Operacja ta rekompensowała, w jakimś niewielkim stopniu temperaturę. Wprawdzie konsystencja materiału była niedostatecznie płynna, ale w sposób sprawniejszy materiał został wtrysnięty do formy. Wysoka wartość temperatury miała wpływ na jakość wyprasek. Materiał był wtedy rzadszy, płynął szybciej, wypełniając wszystkie niedoskonałości formy wtryskowej i tworząc nadlewki. Prowadzi to do wniosku, że przy konstrukcji formy należy zwrócić uwagę na siłę zwarcia formy i siłę zwarcia wtrysku.

Tabela 2

**Tabela końcowa uwzględniająca wady wyprasek z dokonanych prób**

Próba	Rozpatrywane wady			
	Niedolew	Przypalenie	Nadlewka	Zgodność wymiarowa
1.	o	o	o	x
2.	x	o	x	o
3.	o	x	x	o
4.	o	x	o	o
5.	o	x	x	o
6.	o	x	x	o
7.	x	x	x	o
8.	x	o	o	o
9.	x	o	o	o

gdzie

o- nie występuje

x- występuje

Oceniając detale po przeprowadzeniu kolejnych prób, zaobserwowano nieznaczne nadlewki, lub niedolania, które prowadziły do braku zachowania dokładności wymiarowej zgodnej z dokumentacją techniczną. Zaobserwowano, że wyższe ciśnienie, jak i wyższa prędkość prowadzą do tworzenia się przypaleń. Są one wynikiem wystąpienia powietrza w znajdujących się, w szczelinach gniazd formujących. Aby im zapobiec należy w trakcie konstruowania formy uwzględnić szczeliny odpowietrzające.

Przeprowadzone badania oraz analiza wyników pozwoliły na określenie parametrów technologicznych, dla których wyrób spełnia założenia jakościowe.

1. [http://www.statsoft.pl/textbook/stathome\\_stat.html?http%3A%2F%2Fwww.statsoft.pl%2Ftextbook%2Fstexdes.html](http://www.statsoft.pl/textbook/stathome_stat.html?http%3A%2F%2Fwww.statsoft.pl%2Ftextbook%2Fstexdes.html) (dostęp z dnia: 20.01.15).

2. Saechtling H., Zebrowski W.: *Tworzywa sztuczne* Poradnik, Warszawa 1978. Wyroby z tworzyw sztucznych są powszechnie stosowane zarówno jako elementy codziennego użytku jak i elementy wykorzystywane w technice. Jednak wytwarzanie elementów o przeznaczeniu technicznym, oprócz walorów estetycznych musi spełniać również wymagania techniczne. Przedmiotem pracy było przedstawienie wpływu zmiany wielkości parametrów wtrysku na jakość elementów, wykonanych metodą wtryskiwania.

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА КАЧЕСТВО ИЗДЕЛИЯ В ПРОЦЕССЕ ВЫДУВАНИЯ**

Пластмассовые изделия широко используются и как повседневные предметы и элементы, используемые в технике. Тем не менее, производство компонентов для промышленного использования, в дополнение к эстетическим требованиям, также должны соответствовать техническим требованиям. Объектом данного исследования было изучение влияния изменений параметров выдувания на качество деталей, изготовленных методом внутреннего наддува.

## АКТУАЛЬНОСТЬ УВЕЛИЧЕНИЯ ДОРОЖНОГО ПРОСВЕТА АВТОМОБИЛЯ

*А.А. Ашапатов, С.В. Аносов*

*В.А. Раков, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Каждый владелец автомобиля когда-либо сталкивался с ситуацией, когда дорожного просвета не хватало для преодоления возникшего препятствия. Как правило, это происходит при движении по изрытой, ухабистой дороге, значительной загрузке автомобиля, или парковке у бордюра.

Современные легковые автомобили имеют дорожный просвет от 14 до 17 см. При максимальной загрузке он уменьшается до 7-9 см. Приведем примеры наиболее распространенных в России моделей автомобилей: ВАЗ-2170; Деу Нексия; Шевролет Лачетти; Шевролет Авео; Опель Астра; Киа Рио; Шкода Октавия, Форд Фокус и т.д.

Все легковые автомобили, согласно руководству по эксплуатации предназначены по передвижению по дорогам с твердым покрытием. Однако условия эксплуатации в России несколько отличаются от таковых. Зачастую населенные пункты расположены на значительных расстояниях и используются как лесовозные трассы, в условиях повышенной влажности, переменного климата такие дороги после обустройства быстро разрушаются. Хорошее качество в большинстве случаев имеют лишь трассы федерального значения 1 и 2 категории.

Основная масса населения регионов сосредоточена в крупных городах, а именно в строящихся или только построенных районах. Дороги внутри таких районов строятся при условии наличия средств, иногда этот процесс затягивается на десятилетия.

Эксплуатация автомобиля в таких условиях приводит к ускоренному его износу. Наиболее характерными неисправностями в таких условиях являются: износ деталей подвески, повреждение элементов выпускной системы, повреждение поддона двигателя, повреждение топливного бака, деформация днища, порогов, повреждение бамперов, шин, колес, трещины на кузове, лобовом стекле автомобиля.

Недостаточный дорожный просвет приводит к повреждению элементов выпускной системы, поддона двигателя с разгерметизацией системы смазки, деталей подвески лонжеронов и порогов автомобиля.

Владельцы автомобилей, недовольные слишком низким дорожным просветом, научились приспособливать свой автомобиль, устанавливая проставки

в упругие элементы кузова. А также устанавливая резину с увеличенной высотой профиля.

1. Установка распорок в пружину подвески.
2. Установка кронштейнов между стойкой и балкой.
3. Установка более длинных или жестких пружин и амортизаторов.

Главным недостатком является необходимость полной разборки подвески автомобиля, а также подбор и покупка новых пружин, как следствие, высокая цена производимых работ. Данный способ приводит к увеличению нагрузок на раму и детали подвески и ходовую часть автомобиля. Не рекомендуется значительно увеличивать жесткость пружин и дорожный просвет автомобиля таким способом.

4. Установка проставок под опору стойки со шпильным креплением.
5. Установка проставок под опору стойки с центральным креплением
6. Изменение конструкции опоры стойки

7. Изменение радиуса и профиля шины. Как правило, конструкция большинства автомобилей допускает некоторое увеличение размеров шин. Иногда это возможно лишь при увеличении клиренса за счет проставок, или подпиливания подкрылков.

Таблица

**Зависимость высоты поднятия автомобиля в зависимости от профиля шины**

Ваш автомобиль	Размер резины стандарт	Новый размер резины	Увеличение дорожного просвета, мм	Поправка спидометра при 100 км/ч
Деу Нексия	175/70/R13	185/65/R14	10,5	3,65
Шевролет Лачетти	185/55/R15	195/65/R15	25	8,55
Шевролет Ланос	185/60/R14	195/55/R15	9	3,11
Шевролет Авео	185/60/R14	185/60/R15	12,5	4,33
Киа Рио	195/60/R14	185/65/R15	16	5,42
Шкода Октавия	195/60/R15	205/50/R17	11	3,58
Шкода Фабиа	185/55/R14	165/70/R14	14	5,01
Форд Фокус	195/65/R15	205/60/R16	8,5	2,68

При изменении высоты дорожного просвета с помощью проставок следует обращать внимание на то, что на ряде независимых подвесок может поменяться угол развала и продольный угол наклона оси поворота. Поэтому при увеличении дорожного просвета на длительный период следует проверять углы установки колес. Любое изменение положения кузова может привести к отклонению светового пучка фар автомобиля, что также необходимо проверять после ремонта. На автомобилях с регулятором тормозных сил одновременно с увеличением дорожного просвета на задней необходимо заново настраивать работу регулятора. Еще один элемент, на который следует обращать

внимание при увеличении дорожного просвета – это брызговик. По требованию Технического регламента о безопасности колесных транспортных средств его нижний край не должен располагаться выше оси вращения колеса.

## ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГИБРИДНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

*В.В. Зуйков*

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

Экономичность автомобиля – это один из важнейших критериев, учитываемых при выборе транспортного средства автотранспортными предприятиями, и то, из чего складывается транспортная работа. У автомобилей с гибридными силовыми установками – один из самых низких показателей расхода топлива. Наиболее распространенный из них – это модель Prius, компании Toyota. С начала производства с 1998 года их выпущено более 4 млн. штук. Его и предлагается сравнить с наиболее распространенными, экономичными, с точки зрения расхода топлива и себестоимости, автомобилями.

Один из главных факторов, влияющих на расход топлива автомобиля – это режим эксплуатации. А он характеризуется среднесуточными, среднегодовыми пробегами, количеством запусков двигателя в сутки, средней скоростью движения. Производители представляют расход топлива для трех основных режимов эксплуатации: городской, пригородный, загородный.

Для сравнения выбрано 2 автомобиля, аналогичных Toyota Prius по цене и комплектации и 3 бюджетных автомобиля с максимальной комплектацией дополнительных опций с наиболее экономичными вариантами двигателей.

Основная искомая величина – это стоимость транспортной работы, в которую входят: первоначальная стоимость автомобиля; потеря стоимости за период эксплуатации; обязательные расходы на страхование и транспортный налог; эксплуатационные расходы, включая горюче-смазочные материалы, запчасти и техническое обслуживание. В данном исследовании транспортная работа рассмотрена с точки зрения первоначальной стоимости и затрат на горючее.

В таблице представлены характеристики двигателей, цена в указанной выше комплектации и заводские данные по расходу топлива.

Если использовать данные цифры, то можно посчитать затраты на топливо за общий период эксплуатации автомобиля. Toyota Prius экономит на расходе топлива в среднем около 500 тыс. руб. по сравнению со сравниваемыми автомобилями. Также следует отметить, что в этих данных используются

только заявленный заводом-изготовителем расход топлива, в реальных же условиях эксплуатации эти цифры могут быть более чем на 30% выше.

Таблица 1

### Основные технико-экономические характеристики

Автомобиль	Двигатель, объем, л, (мощность, л.с.)	Стоимость ав- томобиля, тыс. рублей.	Расход топлива, гор./приг./загор. (заво- дские данные)
Skoda Octavia	Бензиновый, 1,4 (140)	977	8,0/6,3/5,3
Toyota Prius	Бензиновый, 1,8 (99)	1250	3,7/3,9/3,9
Ford Mondeo	Дизельный, 2,0, (140)	1159	9,8/7,1/5,6
Chevrolet Cobalt	Бензиновый, 1,5 (105)	572	8,4/6,5/5,3
Renault Duster	Дизельный, 1,5 (90)	880	5,9/5,3/5,0
Лада Ларгус	Бензиновый, 1,6 (105)	480	11,5/9/7,5.

Объединим затраты на топливо со стоимостью автомобиля и приведем их к одному километру пробега. Так как данные по расходу топлива представлены для трех режимов эксплуатации, то и транспортную работу будем считать для всех режимов. Средняя цена одного литра бензина марки Аи-95 в России, согласно данным Росстата на 29 декабря 2014 года составляет 35,04 руб., дизельного топлива 34,37 руб. Таким образом, стоимость одного километра пробега будет рассчитываться по формуле:

$$C_{KM} = \frac{C_A + P_{KM} / 100 \times P_{100} \times C_L}{P_{KM}}, \text{ руб.},$$

где  $C_A$  – первоначальная стоимость автомобиля, руб.;

$P_{100}$  – приведенный расход топлива, л/100 км,

$C_L$  – цена одного литра топлива;

$P_{KM}$  – пробег автомобиля.

Исходя посчитанных данных к 250 тыс. километрам пробега стоимость приведенной транспортной работы среди автомобилей класса D (престижный гольф класс) у Skoda Octavia ниже в загородном режиме движения на 10%, чем у Toyota Prius и на 13% ниже чем у Ford Mondeo. В городском режиме Toyota Prius уже опережает Skoda Octavia на 6,5% и Ford Mondeo на 27%. К 500 тыс. километрам пробега в загородном режиме эксплуатации Skoda Octavia также опережает Toyota Prius, но уже всего лишь на 1,5%, Ford Mondeo отстает от аналогов примерно на 10%. В городском режиме эксплуатации гибридная Toyota Prius опережает Skoda Octavia уже на 21%, а дизельный фورد Ford Mondeo уже на 50%. Что касается экономичных городских B и C классов, то стоимость транспортной работы к 250 тыс. километрам пробега в смешанном цикле движения у Chevrolet Cobalt на 39%, у Renault Duster на 19% и у Лада Ларгус на 35% дешевле, чем у Toyota Prius. К пробегу 500 тыс. километров

пробега она дешевле у Chevrolet Cobalt на 13%, у Renault Duster на 8% и у Лада Ларгус транспортная работа на 10% дешевле, чем у Toyota Prius. При увеличении пробега более 300 тыс. км стоимость транспортной работы снижается незначительно, и все значения лежат достаточно близко друг к другу. До пробега 300 тыс. км гибридный автомобиль Toyota Prius с точки зрения транспортной работы экономически не целесообразен.

Данные результаты позволяют сделать вывод о том, что гибридный автомобиль Toyota Prius будет выгоден с точки зрения затрат на топливо лишь при очень больших пробегах (более 300 тыс. км). Например, при движении в режиме такси, за сутки автомобиль будет проезжать не менее 200 км, годовой пробег составит 65 тыс. км, а за 8 лет эксплуатации пробег составит около 500 тыс. км. При этом стоимость транспортной работы составит около 3,87 руб./км. Для сравнения у Skoda Octavia она будет уже дороже 4,16 руб./км.

## **ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ И АВТОМОБИЛЕЙ, РАБОТАЮЩИХ НА ВОДОРОДНОМ ТОПЛИВЕ**

*К.Е. Карпова, Д.А. Гавриленков*

*В.А. Раков, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Эксплуатация большого количества автомобилей привела к ухудшению экологической обстановки, особенно в крупных городах. Токсичные компоненты отработавших газов пагубно влияют на окружающую среду.

Рассмотрим различные виды автомобилей, которые в ближайшем будущем могут стать достойной заменой привычным авто с двигателем внутреннего сгорания.

Все чаще можно увидеть рекламу безопасных с точки зрения выхлопа электромобилей. У электрокаров нет выпускной трубы, они безопасны для экологии во время движения. Однако далеко не вся электрическая энергия производится экологически чистым способом. По данным Международного энергетического агентства, около 70% электроэнергии вырабатывается на теплоэлектростанциях путем сжигания топлива – природного газа, мазута, каменного угля и т.д. Лишь малая часть энергии (примерно 19%) добывается при помощи возобновляемых источников энергии, к таковым относятся гидроэлектростанции (ГЭС), солнечная и ветровая энергетика. ГЭС безопасны с точки зрения выброса вредных веществ в атмосферу, однако, при создании искусственной дамбы под ГЭС оказываются затопленными огромные плодородные территории по берегам рек. А на долю альтернативных источников энергии

(ветра и солнца) приходится всего лишь чуть более 3% вырабатываемой электроэнергии [1].

Следует учитывать и то обстоятельство, что любой автомобиль оказывает воздействие на окружающую среду на этапе производства его компонентов. В электромобиле источником энергии является литий-ионная аккумуляторная батарея. Вред экологии наносится при добыче лития, при его транспортировке, при производстве самих аккумуляторов и сложности утилизации. Автомобиль традиционной конструкции с этой точки зрения будет экологичнее.

Еще одним альтернативным источником движущей энергии автомобилей является водород.

Известны несколько вариантов, каким может быть водородный мотор, и того, что может лежать в основе его работы.

Первый вариант – это обычный ДВС, работающий непосредственно на водороде или на его смеси с бензином. В результате такой добавки улучшается сгорание смеси, увеличивается КПД мотора, уменьшается при сгорании содержание окиси углерода. Однако в конструкцию автомобиля приходится вводить бак для хранения жидкого водорода.

Другим способом использования водорода является топливный элемент. В результате прохождения через анод и катод молекул водорода и кислорода и их взаимодействия, образуется вода и электрический ток. Если соединить несколько таких элементов, то получится своеобразный генератор, обеспечивающий работу электромотора.

Анализ технологии использования водорода также показывает его негативное влияние на окружающую среду. Общепринято, что при сгорании водорода вместо окиси углерода и других вредных веществ будет появляться вода, точнее водяной пар. Однако при этом используется не чистый кислород, а воздух, в состав которого входит азот. В результате в камере сгорания образуются окислы азота. А их воздействие на окружающую среду может быть гораздо хуже, чем обычных отработавших газов.

Нужно отметить, что водород сначала необходимо получить, для чего требуется специальная установка. Источником для его получения может служить вода или метан.

Здесь и возникает одна из основных проблем - метан сам является хорошим энергоносителем, и подвергать его дополнительной переработке, чтобы потом сжечь готовый продукт, достаточно нерационально, ведь можно сразу сжигать метан без лишних расходов.

Для того чтобы получить один кубический метр водорода из воды, необходимо затратить электроэнергии в четыре раза больше, чем может выработаться при сжигании этого объема газа.

Известно еще одно направление использования водорода в качестве топлива, связанное с частичным разбавлением топливовоздушной смеси водородом.

дом, производимым прямо на автомобиле. Под капотом монтируется специальная установка, генератор водорода, питание на которую подается от бортовой сети, в результате получается так называемый газ Брауна, или смесь водорода, кислорода и водяного пара.

При прочих равных условиях мощность, расходуемая на движение, уменьшится, часть энергии будет дополнительно тратиться на производство газа. Данный способ не поможет полностью избавиться от традиционного топлива, ведь как отмечалось ранее, для производства водорода требуется большое количество электрической энергии. Однако он может быть неким компромиссом, позволяющим уменьшать выбросы вредных веществ в пиковых нагрузочных режимах.

Исходя из вышесказанного следует, что даже самые современные экологически безвредные, с точки зрения выброса отработавших газов, автомобили оказывают значительное негативное воздействие на окружающую среду.

Таким образом, электромобили позволяют улучшить экологические параметры окружающей среды (в глобальном масштабе) только при эксплуатации в городе.

1. Pistoia G. Electric and hybrid vehicles. Power sources, models, sustainability, infrastructure and the market. / G Pistoia . – Oxford: The Netherlands Linacre House, 2010.

## ТЕРМИНАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПЕРЕВОЗОК

**Я.И. Медведев**

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

Автомобильные перевозки грузов через терминалы в странах с развитой рыночной экономикой возникли в 30-х годах прошлого века. Вскоре они стали основой всей системы междугородного автомобильного сообщения, а в дальнейшем системой транспортировки грузов на большие расстояния, практически вытеснив из них железную дорогу.

Сущность терминальной технологии заключается в расчленении процесса доставки груза на три взаимосвязанных подпроцесса: подвоз-развоз мелкопартионных грузов между клиентами и грузовыми терминалами, формирование (расформирование) крупнотоннажных отправок на терминалах, межтерминальные перевозки грузов автопоездами большой грузоподъемности.

Преимущества терминальной системы:

1) Более высокие скорости доставки груза в связи с исключением межсменного отдыха, что позволяет грузу двигаться практически без остановок.

2) Перевозка между терминалами позволяет укрупнить партионность отправляемых грузов. Не секрет, что стоимость перевозки 30 т груза за одну езду одним автопоездом в разы меньше, чем стоимость 20 ездов автомобилями грузоподъемностью 1,5 т.

При организации междугородных перевозок необходимо выполнять действующее законодательство в вопросах соблюдения режимов труда и отдыха водителей. Эти нормативы установлены [2].

Согласно [2] основными особенностями, которые необходимо учитывать, разрабатывая графики движения являются:

- В тех случаях, когда по условиям производства (работы) не может быть соблюдена установленная нормальная ежедневная или еженедельная продолжительность рабочего времени, водителям устанавливается суммированный учет рабочего времени с продолжительностью учетного периода один месяц.

- В случае когда при осуществлении междугородной перевозки водителю необходимо дать возможность доехать до соответствующего места отдыха, продолжительность ежедневной работы (смены) может быть увеличена до 12 часов.

- Время управления автомобилем в течение периода ежедневной работы (смены) не может превышать 9 часов.

- При суммированном учете рабочего времени время управления автомобилем в течение периода ежедневной работы (смены) может быть увеличено до 10 часов, но не более двух раз в неделю.

- На междугородных перевозках при суммированном учете рабочего времени продолжительность ежедневного (междусменного) отдыха в пунктах промежуточных остановок или стоянок не может быть менее 11 часов. Этот отдых может быть сокращен до девяти часов не более трех раз в течение одной недели при условии, что до конца следующей недели ему предоставляется дополнительный отдых, который должен быть суммарно равен времени сокращенного ежедневного (междусменного) отдыха.

- Если в течение каждых 30 часов автомобилем управляли, по крайней мере, два водителя, каждый водитель должен был иметь период отдыха продолжительностью не менее восьми часов подряд.

В таблице представлены результаты расчета скорости доставки грузов на магистральных перевозках при различных системах организации перевозок.

Таблица

**Результаты расчета скорости доставки грузов на магистральных перевозках при различных системах организации перевозок**

Схема	Сроки доставки груза						
	560 км	620 км	965 км	1190 км	1320 км	1870 км	2000 км
1 водитель	11 ч.	12 ч.	28 ч.	31 ч.	34 ч.	53 ч.	70 ч.
2 водителя	11 ч.	12 ч.	18 ч.	29 ч.	32 ч.	42 ч.	56 ч.
Терминальная система	11 ч.	13 ч.	19 ч.	24 ч.	27 ч.	37 ч.	42 ч.

Исходя из таблицы можно сделать вывод, что турная (2 водителя) перевозка выгодна на расстояние 700-1000 км, так как до 700 км скорость доставки сопоставима со скоростью доставки с использованием одного водителя, а после 1000 км заметно уступает терминальной системе перевозок.

1. Кравченко Е.А., Бабий А.В., Урмаев Е.Н. Эффективность терминальной системы перевозок грузов // *Фундаментальные исследования*. – 2007. – № 12. – С. 61-65.

2. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 20 августа 2004 г. № 15 г. Об утверждении положения об особенностях режима рабочего времени и времени отдыха водителей автомобилей.

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ  
РАБОТОСПОСОБНОСТЬЮ АВТОМОБИЛЕЙ**

*Д.А. Петрушин, А.В. Ананьев*

*А.Г. Кириллов, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых  
г. Владимир

Перспективные направления выполнения технического обслуживания (ТО) автомобилей предусматривают применение стратегии по фактическому техническому состоянию (ТС). В настоящее время она реализуется совместно с элементами стратегии по наработке, т.е. автомобиль сначала поступает на запланированное ТО и только затем над ним выполняются работы, необходимость которых диктуется диагностированием (Д). В понятие стратегия «по состоянию» можно вложить более широкий смысл, если учитывать и момент постановки автомобиля на техническое воздействие (ТВ) по его текущему фактическому ТС. При этом возникает необходимость постоянного контроля фактического ТС автомобиля.

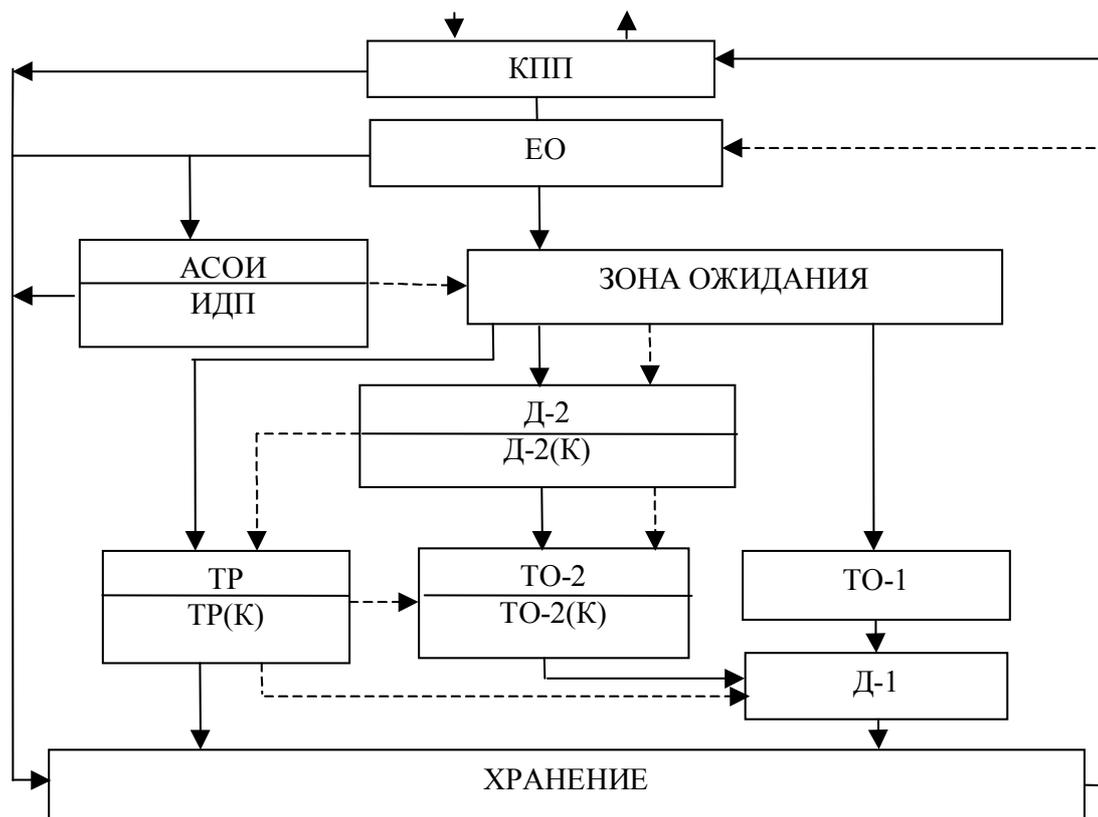


Рис. 1. Предлагаемая схема технологического процесса ТО и ремонта с применением ИДП

Диагностирование несёт информационную нагрузку для целей планирования работ ТО и ремонта и, получив информацию о ТС автомобиля альтернативным способом, можно назначить сам момент ТО. Альтернативным источником получения информации о ТС автомобилей может послужить накопительная информация учета работы подвижного состава предприятия с применением ИТ-технологий, используя автоматизированные рабочие места (АРМы) операторов технической службы. Диагностическим средством при этом может послужить специальная информационно-диагностическая программа (ИДП) автоматизированной системы обработки оперативной информации (АСОИ) (рис.1). Работа ИДП основывается на алгоритме поиска в базе данных учета в оперативном режиме автомобилей, имеющих отклонения в ТС по обобщенному критерию перерасхода топлива выше допустимого уровня. После обнаружения таких автомобилей ПЭВМ выдает специалисту предварительную информацию (рекомендацию) о возможном отклонении параметров ТС автомобиля от нормативных (допускаемых) значений. При этом появляется возможность у технической службы запланировать внеплановое (выборочное) диагностирование (Д-2(К)) по параметрам, формирующим обобщенный критерий. Таким образом, наряду с плановой составляющей стратегии наблюдается пе-

реход к стратегии по фактическому ТС, оперативно контролируемому в процессе текущей эксплуатации.

Назначение ИДП – формировать документ «Протокол предварительного заключения о причинах перерасхода топлива», формируемый по каждому автомобилю. ИДП является модулем в комплексе программных средств АСОИ предприятия. Периодичность выполнения программы – ежедневно после обработки пакетов входной информации. Работа ИДП построена на информационной базе учета реквизитов путевых листов (ПЛ) по дням каждого месяца. По каждому автомобилю  $A_i$  производится выборка  $n$  текущих ПЛ нарастающим итогом с начала месяца. Подобранные ПЛ отражаются в форме модели «Карточки учета расхода топлива автомобилем гос. номер \_\_\_\_\_», приведенной на рис. 2.

Карточка учета расхода топлива автомобилем гос. номер _____													
Дата ведомости	Дата путевого листа	ФИО водителя	Табельный номер водителя	№ путевого листа	Пробег общий	Транспортная работа	Получено, л	Остаток при выезде, л	Остаток при возврате, л	Расход (норма), л	Расход (факт), л	Отклонение, л	Возврат, л
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Остаток прошлого месяца			$c_0$	$d_0$	$e_0$	$p_0$	$u_0$	$v_0$	$w_0$	$m_0$	$f_0$	$r_0$	$z_0$
...													
$a_i$	$b_i$	$s_i$	$c_i$	$d_i$	$e_i$	$p_i$	$u_i$	$v_i$	$w_i$	$m_i$	$f_i$	$r_i$	$z_i$
...													
$a_n$	$b_n$	$s_n$	$c_n$	$d_n$	$e_n$	$p_n$	$u_n$	$v_n$	$w_n$	$m_n$	$f_n$	$r_n$	$z_n$
Всего					$\sum e_i$	$\sum p_i$	$\sum u_i$	$v_0$	$w_n$	$\sum m_i$	$\sum f_i$	$\sum r_i$	$\sum z_i$

Рис. 2. Модель «Карточки учета расхода топлива автомобилем гос. номер \_\_\_\_\_» в алгоритме информационно-диагностической программы

ИДП выдает оператору результаты в форме протокола сообщений по задачам: 1) формирование списка автомобилей, у которых нарушена «цепочка топлива» (остаток в баке при выезде в путевом листе не соответствует остатку в баке при возврате); 2) повышение точности расчета фактического расхода топлива автомобилем за установленный период смен; 3) формирование списка автомобилей, у которых фактический уровень относительного перерасхода топлива превышает норматив; 4) выполнение логического анализа по выдаче рекомендательного заключения о необходимости выполнения операций ТВ.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНВЕСТИЦИЙ И ОЦЕНКА СРОКОВ ОКУПАЕМОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА УЧАСТКОВ СТО

*К.А. Теплякова*

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

С появлением все более сложных и совершенных моделей автомобилей возрастает и уровень требований, предъявляемых их владельцами к сервисным мастерским. Сохранение и расширение клиентской базы невозможно без наличия достаточных производственных площадей, персонала высокой квалификации и высококачественного гаражного оборудования.

Большинство автовладельцев стремится воспользоваться услугами мастерской, специалисты которой готовы выполнить максимально возможный перечень работ. Необходимым условием для решения подобной задачи на высоком уровне является применение специализированного ремонтного оборудования и вспомогательного оснащения.

Существует множество факторов, принимаемых во внимание при выборе оборудования для СТО: марка производителя, стоимость, функциональные возможности, эргономичность и эстетические особенности и многие иные.

Главное, чтобы все выбранные устройства и приспособления давали оптимальное сочетание качественных характеристик, долговечности, надежности, технологичности и цены.

При проектировании СТО легковых автомобилей важно сразу определиться с видом работ, которые вы будете выполнять. Это важный пункт, от которого зависит не только внутренняя планировка, но и подбор автосервисного оборудования. Типичными участками СТО являются: участок ТО и ТР, агрегатный участок, участок диагностики и электротехнических работ, регулировки углов установки колес, шиномонтажный участок, участок кузовного ремонта и покраски, а также мойка.

При выборе следует учитывать, что цена на оборудование у разных производителей отличается.

Расчет стоимости необходимого оборудования производился по двум вариантам:

«бюджетный» - отечественное и недорогое импортное оборудование;

«оптимальный» - оборудование европейского качества.

Необходимые инвестиции в площади СТО производились из стоимости строительства 20000 руб/м<sup>2</sup>, площадь постов – в соответствии с ОНТП 01-91.

В таблице 1 представлены результаты расчета стоимости строительства участков СТО каждого типа в зависимости от стоимости оборудования, учитывая стоимость строительства участка.

Строительство СТО требует значительных инвестиций. Окупаемость инвестиций в строительство СТО помимо суммы вложений зависит от загрузки постов и участков и стоимости нормо-часа.

Таблица 1

**Результаты расчета стоимости строительства участков СТО**

Вид работ	Общая стоимость, руб					
	Бюджетный			Оптимальный		
	1 поста	4 постов	6 постов	1 поста	4 постов	6 постов
Участок ТО и ТР	1 219 124	4 252 826	6 275 294	2 311 470	5 678 458	8 318 058
Агрегатный участок	521 969	-	-	868 344	-	-
Участок диагностики	1 123 836	-	-	2 001 288	-	-
Участок РУУК	1 285 619	-	-	1 335 000	-	-
Шиномонтажный участок	1 376 514	-	-	2 132 628	-	-
Участок кузовного ремонта	1 128 362	3 861 939	5 885 804	2 104 614	4 862 943	7 031 873
Участок покраски	-	5 090 219	-	-	8 253 961	-
Комната подбора краски	403 956	-	-	504 142	-	-
Мойка	809 349	-	-	850 875	-	-

Наиболее востребованы услуги по ТО и ТР, диагностика, регулировка углов установки колес. Менее востребован ремонт агрегатов. Мойка и шиномонтаж имеют значительные колебания спроса. Кузовной ремонт и окраска – востребованный вид услуг, но отличается сильной конкуренцией и наличием крупных заказчиков в лице страховых компаний, что существенно осложняет обеспечение загрузки СТО.

Наименьшие инвестиции необходимы в следующие виды работ: агрегатный участок, мойка, ТО и ТР, диагностика, кузовной ремонт, регулировка углов установки колес. Инвестиции в окрасочный участок и шиномонтаж – самые большие.

Стоимость нормо-часа в Вологде по всем по всем видам работ, кроме диагностики составляет 750 руб. Диагностика – 1000 руб.

Таким образом, определено время окупаемости инвестиций по различным видам работ (табл. 2), при рентабельности услуг около 30%.

Таблица 2

**Время окупаемости инвестиций по видам работ**

Вид работ	Окупаемость инвестиций для 1 поста, чел×час		
	1 поста	4 постов	6 постов
Комната подбора краски	1 795	-	-
Агрегатный участок	2 320	-	-
Мойка	3 597	-	-
Участок диагностики	3 746	-	-
Участок кузовного ремонта	5 015	4 291	4 360
Участок ТО и ТР	5 418	4 725	4 648
Участок покраски	-	5 656	-
Участок РУУК	5 714	-	-
Шиномонтажный участок	6 118	-	-

## БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ПАССАЖИРСКОМ ТРАНСПОРТЕ

**В.В. Чернов**

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

От надежной и безопасной работы транспорта зависит абсолютно вся деятельность и жизнь населения страны. Ежедневно всеми видами транспорта перевозится более 100 млн. человек. Но также на автомобильном транспорте происходит большое количество аварий, в которых страдают люди, наносится материальный ущерб, а также вред окружающей среде. Так ежегодно в России в результате дорожно-транспортных происшествий погибают около 30 тысяч человек и свыше 250 тысяч получают ранения.

При переходе в начале 90-х годов на рыночную экономику предприятия пассажирского транспорта перешли в частные руки. Тем самым государство потеряло контроль не только за ее деятельностью, а и еще за учетом работы отрасли.

Проведя исследования по вопросу проблем безопасности дорожного движения (табл.) на пассажирском транспорте и недостатков сервиса, были выявлены следующие основные проблемы.

### 1) Проблемы безопасности:

- трогание автобуса с открытыми дверьми;
- резкое торможение перед остановками;
- несоблюдение скоростного режима;
- разговоры водителя по мобильному телефону во время движения;
- неиспользование ремня безопасности;
- разговоры водителя с кондуктором;
- употребление пищи водителем во время движения;
- несоблюдение водителем ПДД;
- обслуживание пассажиров водителем во время движения;
- высадка и посадка пассажиров вне остановок;
- гонки автобусов за пассажирами;
- неполный заезд автобуса в остановочный карман;
- старые автобусы.

### 2) Проблемы, связанные с недостатком сервисного обслуживания:

- грязное помещения автобуса;
- кресла в изношенном состоянии;
- недостатки электронной системы;
- неиспользование водителями пневмоподвески для комфортного входа – выхода пассажиров;
- нарушение правил пожарной безопасности.

Таким образом, все эти проблемы в большей или меньшей степени способствуют возникновению ДТП.

Таблица

**Статистика дорожно-транспортных происшествий с участием общественного транспорта**

Наименование показателя	Вологодская область					
	ДТП	± % АППГ	погибло	± % АППГ	ранено	± % АППГ
ДТП и пострадавшие из-за нарушения ПДД	105,0	4,0	11,0	-8,3	175,0	25,0
водителями легковых автомобилей	96,0	5,5	11,0	-8,3	165,0	28,9
в состоянии опьянения	6,0	-45,5	3,0	-40,0	22,0	4,8
находящихся в собственности физических лиц	95,0	8,0	11,0	-8,3	164,0	34,4
--из них-- в состоянии опьянения	6,0	-33,3	3,0	-40,0	22,0	37,5
водителями грузовых автомобилей	4,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0
водителями троллейбусов	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0
водителями транспортных средств физических лиц	99,0	6,5	11,0	-8,3	169,0	32,0
в состоянии опьянения	6,0	-33,3	3,0	-40,0	22,0	37,5
водителями транспортных средств юридических лиц	3,0	-57,1	0,0	0,0	3,0	-72,7

Исходя из всего вышесказанного, можно выделить следующие пути решения проблем безопасности и снижения аварийности на пассажирском транспорте:

- ✓ повышение соблюдения правил перевозки пассажиров и ПДД водителями;
- ✓ повышение дисциплинированности водителей;
- ✓ осуществление контроля со стороны государства, общественных организаций и рядовых пассажиров;
- ✓ замена старых автобусов на новые;
- ✓ ужесточение ответственности предприятий.

1. Статистика ГИБДД Вологда. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.gibdd.ru>

## ПОСТРОЕНИЕ ВИРТУАЛЬНОЙ СРЕДЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

*Д.А. Баданин*

*П.В. Скородумов, научный руководитель, канд. техн. наук,*  
Институт социально-экономического развития территорий РАН  
г. Вологда

Научная коммуникация является основным механизмом существования и развития науки. Ученые должны иметь возможность обмениваться мыслями друг с другом, чтобы результаты, ставшие классическими в одной области, были известны в смежных областях науки. Создание информационной среды, позволяющей не только объединить ученых из разных городов и стран, но и предоставить им единую платформу для проведения исследований в области регионального развития является актуальной задачей.

Следует отметить, что на сегодняшний день не существует единой информационной платформы, позволяющей работать со статистическими данными из различных регионов и отраслей. А объединение автоматизированных средств анализа, общих информационных баз данных, опыта различных исследователей позволило бы существенно повысить качество проводимых исследований. Решение этих задач невозможно представить сегодня без применения сети Интернет и ее возможностей.

Создание и функционирование виртуальных сообществ, позволяет преодолеть географические и межкультурные границы, является востребованным различными социальными группами, которые ощущают потребность в расширении взаимодействия для познания, творчества и коммуникации.

Это также нашло отражение и в академической среде. Исследователи получили возможность свободного научного взаимодействия с коллегами из разных стран. Можно говорить о том, что расстояния уже не имеют существенного значения для взаимодействия ученых, находящихся в разных частях света.

Виртуальные исследовательские среды разрабатываются как часть научно-исследовательской инфраструктуры. В целях содействия эффективности научно-исследовательского процесса, такая среда должна быть интегрирована с существующей научно-исследовательской инфраструктурой. Таким образом, виртуальная исследовательская среда представляет собой комплекс сетевых инструментов, систем и процессов, способствующих содействию или усилению исследовательского процесса в пределах и вне институциональных характеристик.

Современные исследования социально-экономических систем зачастую связаны с анализом большого объема статистических данных. В общем виде статистический анализ начинается с постановки проблемы, продолжается сбором и обработкой данных и завершается выводами.

Пакеты статистических программ считаются наукоемкими программными продуктами, наиболее широкое применение нашедшими в практической и исследовательской деятельности в самых разнообразных отраслях.

Примером статистических пакетов с открытым кодом является пакет R, объединяющий в себе одноименный язык и среду статистической обработки данных.

R является универсальным языком для специалистов по обработке данных. Он дешевле, чем коммерческие программные пакеты. Функциональные возможности этого языка выше, чем у известных статистических пакетов.

Сегодня происходит формирование нового типа коммуникативного взаимодействия в обществе в целом и в научно-исследовательской деятельности в частности, благодаря использованию возможностей информационно-коммуникационных технологий. Опосредованное взаимодействие ученых осуществляется на основе виртуальных исследовательских групп, которые демонстрируют возможности международного, национального и локального сотрудничества его участников. Потребность ученых во взаимодействии проявлялась, начиная с первых экспериментов с компьютерными и сетевыми технологиями, и постоянно растет по мере изменений технологической, экономической и политической ситуации в стране.

В случае построения единой информационной среды для проведения исследований между учеными целесообразным является выбор пакета R. Данное решение позволит создать универсальную систему статистической обработки данных, обладающую неограниченными возможностями по расширению и применению в самых разнообразных областях. Реализация всей системы в виде веб-приложения с последующим размещением в сети интернет будет способствовать максимально широкому вовлечению ученых и специалистов разных отраслей, обеспечит научную коммуникацию исследователей из различных стран.

Построение виртуальной среды экономических исследований позволит объединить в себе не только актуальные статистические данные, современные экономико-математические методы и подходы, но и исследователей из различных регионов и стран. Все это будет способствовать существенному повышению эффективности проводимых исследований, а впоследствии и принимаемых управленческих решений.

1. R Development Core Team, R. A language and environment for statistical computing. – Vienna, 2014.

2. Журавлева, Е. Ю. Научно-исследовательская инфраструктура Интернет / Е. Ю. Журавлева // Вопросы философии. – 2010. – № 8. – С. 155-166.

## СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ШАБЛОНОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

*Д.А. Бакшанов*

*Д.В. Кочкин, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Цель - создание системы автоматизации разработки программного обеспечения (case-средства), главной функцией которого является использование шаблонов проектирования.

Шаблонами (паттернами) проектирования называются многократно используемые решения широко распространенных проблем, возникающих при разработке программного обеспечения.

Следует отметить, что за счет шаблонов производится унификация деталей решения: модулей, элементов проекта, снижается количество ошибок. Еще важнее то, что однажды сформулированный шаблон может использоваться и другими программистами, знакомыми с этим шаблоном. Это позволяет программистам эффективнее сотрудничать и объединять свои интеллектуальные возможности.

Программные комплексы со встроенными в них реализациями шаблонов проектирования позволят уменьшить рутинную работу программистов. Также это хорошая площадка для изучения шаблонов. Все это подчеркивает актуальность разрабатываемой системы.

При проектировании была получена структурная схема системы:

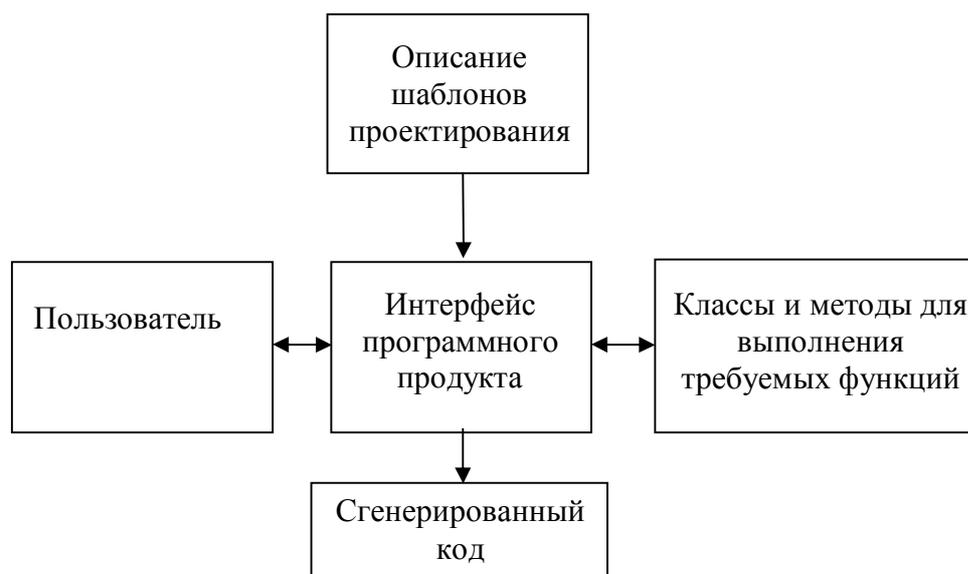


Рис. 1. Структурная схема системы

При решении задачи, поставленной в ВКР, используется язык программирования Java, основными критериями выбора которого являлись наличие богатой программной библиотеки и независимость от операционной системы.

На начальном этапе было принято решение реализовать проект в виде отдельной программы, так как разработка плагина к выбранной среде разработки сопряжена со значительными сложностями, которые не позволят закончить проект в срок.

В первую очередь планируется реализовать более простые и распространенные шаблоны проектирования, такие как Абстрактная фабрика, Одиночка, Адаптер, Компоновщик, Декоратор, Фабричный метод, Наблюдатель, Стратегия и Шаблонный метод.

Разрабатываемая система будет применяться при изучении шаблонов проектирования на кафедре АВТ ВоГУ в дисциплине «Архитектура и проектирование крупных программных систем».

1. Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования / Э. Гамма, Р. Хелм, Р. Джонсон, Д. Влиссидес; Пер. с англ. А.Слинкина. – Санкт-Петербург : Питер, 2010. - 368 с.: ил.

2. Гранд, М. Шаблоны проектирования в Java / М. Гранд; Пер. с англ. С. Беликовой. – Москва : Новое знание, 2004. - 559 с.: ил.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ КЛАСТЕРИЗАЦИИ С ЦЕЛЮ АНАЛИЗА ДАННЫХ ПРОВЕРЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ**

***Ю.С. Басалаева***

***С.Ю. Ржеуцкая***, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Одной из актуальных задач аналитической обработки структурированной информации является задача кластеризации, использующая математический аппарат кластерного анализа. Кластерный анализ – это совокупность математических методов, предназначенных для формирования относительно "отдаленных" друг от друга групп "близких" между собой объектов по информации о расстояниях или связях между ними.

Большое достоинство кластерного анализа в том, что он позволяет осуществлять разбиение объектов не по одному параметру, а по целому набору признаков, а также позволяет рассматривать множество исходных данных практически произвольной природы [1].

Кластеризация может применяться практически в любой области, где необходимо исследование статистических данных. Мотивом для выполнения данного исследования явилась потребность преподавателей кафедры АВТ в анализе данных, накопленных в проверяющей системе кафедры АВТ за несколько лет её эксплуатации. В данной предметной области объектами кластеризации могут быть задачи и пользователи (студенты, которые эти задачи решают).

Для задачи зафиксированными параметрами для кластеризации могут быть количество решивших студентов, количество попыток решения, качество решений, язык программирования и др. Для студентов – сложность решаемых задач, тематика, язык программирования, число попыток, индивидуальность решения и др.

На основе полученных данных преподаватели кафедры смогут сделать выводы по поводу, какой курс программирования дается студентам легче, какая тематика задач понятнее для решения, какие студенты чаще всего занимаются плагиатом, какой язык программирования пользуется большей популярностью среди пользователей и др.

Существует множество методов кластеризации, которые реализованы в различных статистических пакетах, н-р, Statistica, WEKA, Stadia, COMI и др. Для реализации поставленной задачи был выбран программный пакет «WEKA». Методы кластеризации можно разделить по способу обработки данных на:

- иерархические методы:
  - агломеративные методы AGNES (Agglomerative Nesting):
    - CURE;
    - ROCK;
    - CHAMELEON и т.д.
  - дивизимные методы DIANA (Divisive Analysis):
    - 3. BIRCH;
    - 4. MST и т.д.
- неиерархические методы:
  - К-средних (k-means)
  - PAM (k-means + k-medoids)
  - CLOPE и т.д.

по способу анализа данных на:

- четкие;
- нечеткие.

по количеству применений алгоритмов кластеризации на:

- с одноэтапной кластеризацией;

- с многоэтапной кластеризацией.

по возможности расширения объема обрабатываемых данных на:

- масштабируемые;
- немасштабируемые [2].

Одной из главных задач работы является исследование алгоритмов кластеризации. Для этого был проведен анализ нескольких существующих алгоритмов. Результаты анализа представлены в таблице.

Таблица

### Анализ алгоритмов кластеризации

	k- средних	CURE	BIRCH	CLOPE	Самоорг. карты Кохонена	FOREL	MST
Заранее неизвестно количество кластеров	-	-	-	+	-	+	+
Простота программной реализации алгоритма	+	-	-	-	+	+	+
Работа с большим объемом данных	-	+	+	+	-	+	-
Масштабируемость	-	+	+	+	-	+	-

Одним из главных критериев выбора алгоритмов было то, что вся выборка должна разбиваться на неизвестное число кластеров. Исходя из полученных данных, этому критерию отвечают алгоритмы: CLOPE, FOREL и MST. Именно в пользу этих алгоритмов был сделан выбор. В настоящий момент исследование находится на стадии реализации выбранных алгоритмов.

1. Барсегян, А.А. Методы и модели анализ данных: OLAP и Data Mining / А.А. Барсегян, М.С. Куприянов. – Москва : БХВ – Петербург, 2004. – 360 с.
2. Нейский, И.М. Классификация и сравнение методов кластеризации / И.М. Нейский // Информационные технологии в образовании, науке и производстве : сборник трудов третьей международной научно-практической конференции. – 2009. – № 1. – С. 69-73.

## РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМА АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЧЕТЫРЕХНОГИМИ РОБОТИЗИРОВАННЫМИ ПЛАТФОРМАМИ

*Г.С. Васильянов*

*А.А. Лавров, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
г. Санкт-Петербург

Представленная работа посвящена разработке и исследованию алгоритма управления шагающей четырёхногой платформой, повышающего устойчивость платформы и снижение ее колебаний при движении по неровной поверхности. Адаптивность алгоритма к рельефу поверхности обеспечивается за счет того, что при формировании сигналов управления сервоприводами ног учитываются показания только инерциального измерительного модуля, по которым вычисляются углы крена и тангажа платформы. В качестве сервоприводов используются интеллектуальные сервоприводы фирмы Dynamixel. Применение этих сервоприводов позволяет с высокой точностью задавать положение сочленений ног и уменьшить вычислительные ресурсы, задействованные на формирование сигналов управления, так как сервоприводы управляются по сети.

В процессе работы над алгоритмом коррекции положения, была решена задача обратной кинематики, выведены формулы для расчётов углов поворота сервоприводов, были разработаны алгоритмы, позволяющие автоматически управлять равномерным движением «интеллектуальных» сервоприводов, а также регулировать их скорость поворота и, как следствие, скорость передвижения.

Также была разработана собственная методика перерасчёта траекторий движения ног, опирающаяся на задаваемые переменные, такие как длина и высота шага, а также расстояние до поверхности (которое необходимо для выполнения процесса стабилизации).

В процессе работы был разработан и создан опытный образец четырёхногой шагающей платформы для проведения испытаний и отработки разработанного алгоритма.

Первоначально, для отработки манеры движения, а также для получения характеристик движения без стабилизации был разработана жестко заданная циклограмма движения робота. После проведения испытаний было установлено, что при движении без использования коррекции положения корпуса роботизированная платформа при движении по ровной поверхности, движется равномерно, испытывая незначительные колебания корпуса. Однако при движении по плоскости со ступенчатым подъёмом и спуском на высоту в 3 сантиметра платформа претерпевала значительные колебания корпуса и, в конечном итоге, опрокидывалась.

При проведении испытаний с использованием алгоритма для коррекции углового положения было установлено, что при движении по ровной поверхности роботизированная платформа показывала схожую скорость и равномерность передвижения, так как при незначительных колебаниях корпуса используется разработанная и испытанная ранее жестко заданная циклограмма. Однако при движении по плоскости со ступенчатым подъёмом и спуском, высотой три сантиметра, роботизированная платформа претерпевала существенно меньшие отклонения и ни разу не опрокинулась.

## **ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО МЕТОДАМ КОМБИНАТОРНО-МОРФОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА**

*О.С. Ефремова*

*Г.А. Сазонова, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Современный этап развития образования трудно представить без использования компьютерных средств обучения, которые имеют много достоинств: оптимизация учебного процесса, увеличение объема изучаемой информации, возможность реализации индивидуального подхода, стимулирование творческих способностей и организация познавательной деятельности обучающихся.

Целью работы является разработка программного комплекса лабораторных работ по методам комбинаторно-морфологического анализа.

Методы комбинаторно-морфологического анализа и синтеза предназначены для поиска новых решений на основе разделения рассматриваемой системы на подсистемы и элементы, формирования подмножеств альтернативных вариантов реализации каждой подсистемы, комбинирования различных вариантов решения системы из альтернативных вариантов реализации подсистем, выбора наилучших вариантов решения системы.

Разработана функциональная структура программного комплекса, которая представлена на рисунке. Она состоит из следующих модулей: модуль преподавателя, модуль студента, модуль входа в систему, модуль редактирования, модуль допуска к лабораторным работам, модуль выполнения лабораторных работ, справочный модуль. Лабораторный комплекс содержит три лабораторные работы: «Метод морфологического ящика», «Морфологический метод древовидного синтеза», «Морфологический метод лабиринтного синтеза».

Разработана структура лабораторных работ. Выполнение лабораторной работы включает 4 этапа: формирование морфологической таблицы, формирование набора критериев и их ранжирование, анализ и синтез альтернатив,

формирование отчета по лабораторной работе. Анализ и синтез альтернатив в зависимости от темы лабораторной работы производится одним из трех методов комбинаторно-морфологического анализа. В лабораторной работе «Метод древовидного синтеза» анализ и синтез альтернатив проходит в 4 этапа: формирование парных сочетаний альтернатив из обобщенных функциональных подсистем, построение и заполнение матрицы парных сочетаний альтернатив, расчет коэффициентов важности и показателей качества альтернатив, выбор альтернативы с наибольшим показателем качества. В лабораторной работе «Метод лабиринтного синтеза» анализ и синтез альтернатив проходит в 4 этапа: перебор всевозможных парных сочетаний альтернатив из обобщенных функциональных подсистем, построение и заполнение матрицы парных сочетаний альтернатив, расчет коэффициентов важности и показателей качества альтернатив, выбор оптимальной и резервной альтернативы с наибольшими показателями качества. В лабораторной работе «Метод морфологического ящика» анализ и синтез альтернатив проходит в 4 этапа: выбор альтернатив из обобщенной функциональной подсистемы, вычисление частных критериев для заданных альтернатив, расчет обобщенного критерия оптимальности, выбор альтернативы с наибольшим значением критерия оптимальности.

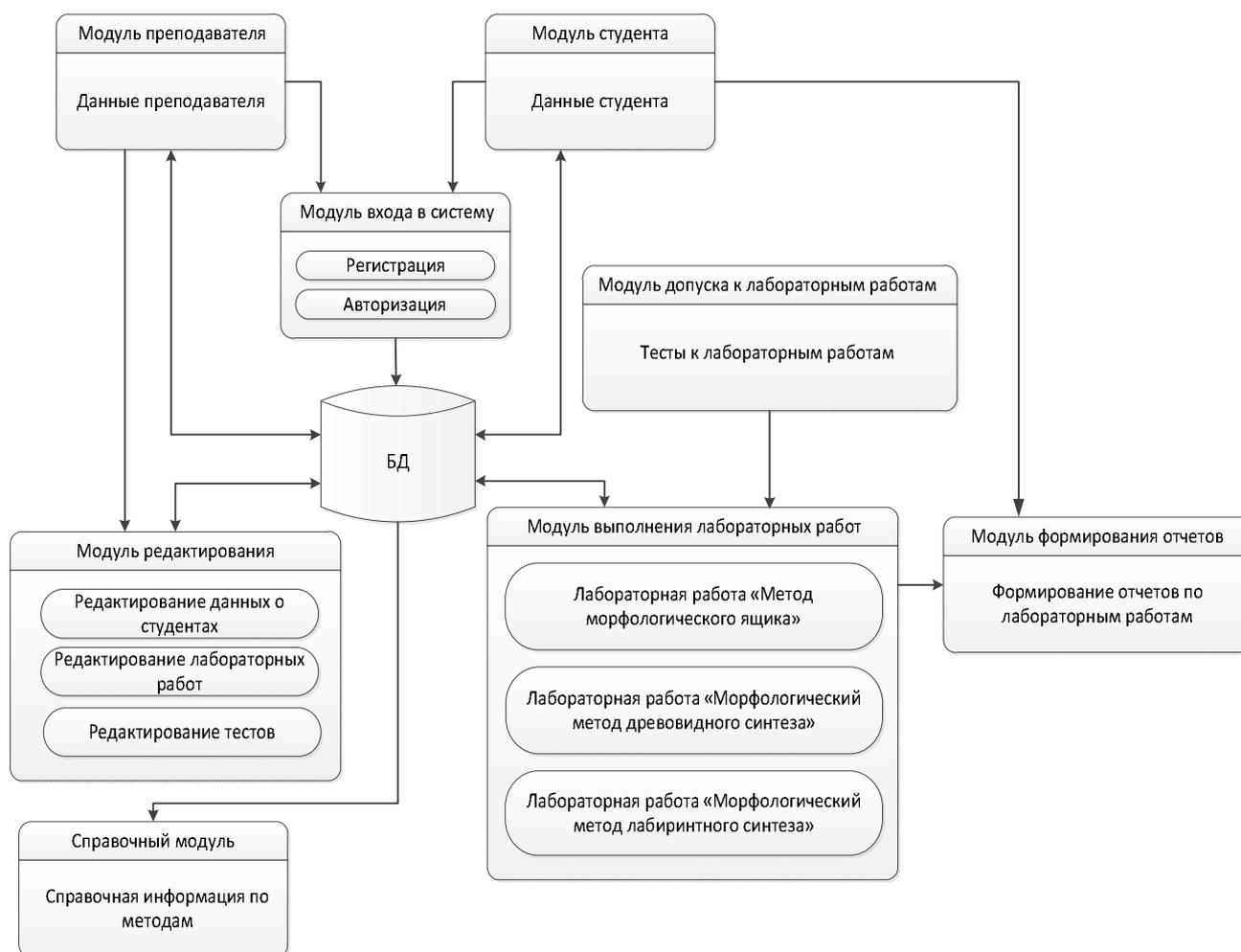


Рис. Функциональная структура программного комплекса

При проектировании системы разработана диаграмма деятельности с использованием методологии объектного проектирования на языке UML. Диаграмма отображает поведение пользователей: преподаватель и студент. Преподаватель может совершать следующие действия: авторизоваться, формировать отчеты, редактировать данные. Студент может регистрироваться, авторизоваться, пройти тест, выполнить лабораторную работу, сформировать отчет по лабораторной работе.

Разработаны информационно-логическая модель и схема программного обеспечения, которая состоит из следующих модулей: модуль авторизации, модуль регистрации студентов, модуль студента, модуль преподавателя, справочный модуль, модуль редактирования, модуль допуска к лабораторным работам, модуль выполнения лабораторных работ, модуль формирования отчетов.

Разработаны блок-схемы алгоритмов для трех методов: метод морфологического ящика, морфологический метод древовидного синтеза, морфологический метод лабиринтного синтеза. На основе приведенных схем и диаграмм разработано клиент-серверное приложение для проведения лабораторных работ по методам комбинаторно-морфологического анализа в ИСР Delphi.

## **АЛГОРИТМ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ПЕРЕБОРА КОНЬЮНКЦИЙ ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ ОБОРУДОВАНИЯ**

*С.Е. Конейкина*

*Г.А. Сазонова, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Вопрос химической очистки теплоэнергетического оборудования от минеральных и железистоокисных отложений занимает одно из ключевых мест в теплоэнергетике. Условиями неопределенности в этом вопросе является сложность выбора качественного и количественного состава компонентов промывающего раствора (комплексон, кислота, восстановитель, ингибитор), а также параметров промывки.

Для решения данной проблемы разработана система поддержки принятия решений (СППР), которая обеспечивает классификацию качественных и количественных факторов процесса очистки и на ее основе принимает решение относительно параметров композиции.

Для формирования решающих правил разработан алгоритм классификации на основе метода перебора конъюнкций (МПК). Идея МПК состоит в том,

что существенную информацию о разделении классов надо искать не в самих признаках, а в их сочетаниях друг с другом – конъюнкциях. Обучение системы начинается с анализа признаков, характерных для каждого класса (рис. 1).

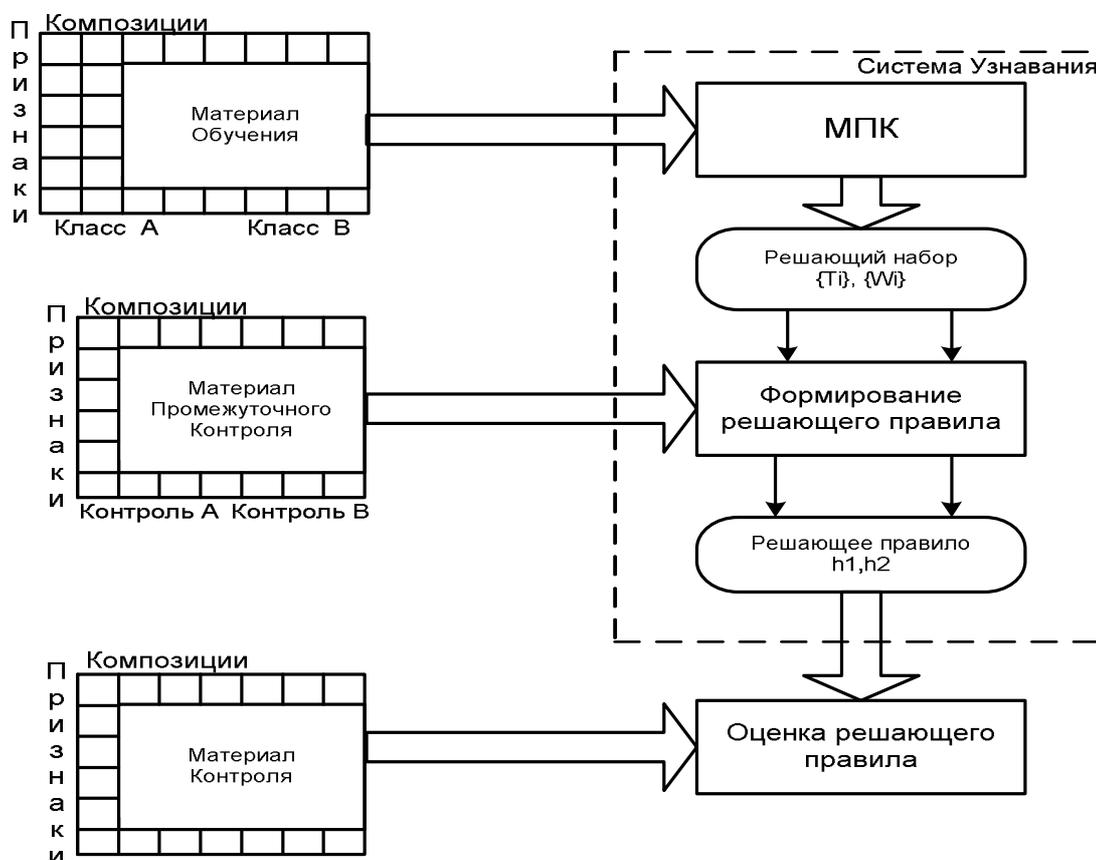


Рис. 1. Схема обучения для метода перебора конъюнкций

Материал обучения и промежуточного контроля представлен сведениями об уже известных композициях и о принадлежности каждой композиции к одному из различаемых классов. Среди конъюнкций выделяются те, которые характерны, т.е. достаточно часто встречаются в одном из различаемых классов (на обучающей выборке) и не встречаются или встречаются очень редко в другом классе. Использование СППР позволяет осуществить полный перебор конъюнкций признаков. В результате формируется решающий набор: списки А-конъюнкций, с большой вероятностью указывающие на принадлежность объекта к первому классу, и В-конъюнкций, имеющие тот же смысл в отношении второго класса. Процесс обучения заканчивается определением порогов  $h_1$  и  $h_2$  отнесения объекта к тому или другому классу.

Схема классификации в МПК представлена на рис. 2. На вход данного подмодуля поступает совокупность признаков объектов. Далее происходит оценка информативности признаков – подсчитывается их вес ( $W$ ) на основе материала обучения.

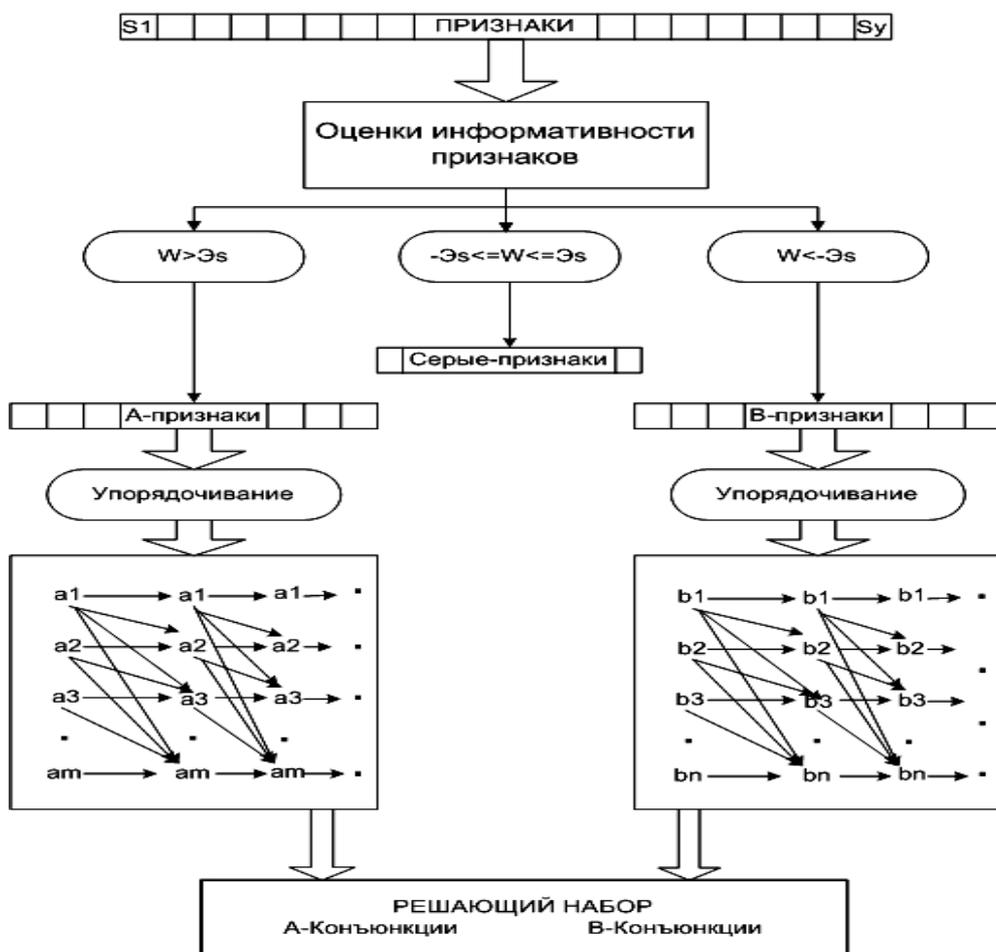


Рис. 2. Схема классификации в МПК

Затем, исходя из значения полученных весовых коэффициентов ( $W$ ) и из параметров, заданных пользователем ( $\Delta s$  – пороговое значение отбора признаков), все признаки разделяются по классам. Если в параметрах алгоритма пользователь отметил необходимость перебора серых признаков (признаки, которые нельзя однозначно отнести к какому-то одному классу), то они заносятся в оба класса.

Далее производится упорядочивание признаков в каждом классе отдельно, а затем происходит уже составление всевозможных конъюнкций и расчет веса конъюнкции, которые в дальнейшем попадают в решающий набор.

На заключительном этапе работы схемы обучения проводится проверка качества полученного решающего правила на контрольных объектах.

С помощью полученного правила классификации лицо, принимающее решение, осуществляет поиск наиболее благоприятных параметров промывки теплоэнергетического оборудования. Важным моментом остается тот факт, что СППР предоставляет помощь в поиске решения – конечный выбор остается за пользователем.

## АГЕНТНАЯ МОДЕЛЬ ГОРОДСКОГО НАСЕЛЕНИЯ НА БАЗЕ ВЕРОЯТНОСТНЫХ АВТОМАТОВ

*А.А. Коптяев*

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

Сегодня город стал основным местом обитания людей. В России в городах проживает более 70% населения страны. Город относится к сложным социально-экономическим системам с множеством прямых и обратных связей, имеющих нелинейный характер. Еще Джей Форрестер указывал на контринтуитивность поведения городских систем [1].

Управление городом осуществляется местными (муниципальными) органами власти. Основная целевая задача городского управления - определение таких стратегий общественного развития, которые в максимальной степени способствуют удовлетворению потребностей населения и повышению его жизненного уровня. Для разработки программ социоэкономического развития города и принятия обоснованных решений по всем направлениям хозяйственной деятельности необходимо обеспечить информационно-аналитическую поддержку муниципальных органов власти, создавая проблемно-ориентированные системы поддержки принятия решений с применением компьютерного моделирования и интеллектуального анализа данных.

Применение компьютерного моделирования для прогнозирования социально-экономического развития города имеет ряд преимуществ по сравнению с другими подходами. В частности, оно дает возможность учитывать большое количество переменных, предсказывать развитие нелинейных процессов протекающих в городской среде. Компьютерное моделирование позволяет не только получить прогноз социально-экономического развития города, но и определить, какие управляющие воздействия приведут к наиболее благоприятному развитию событий.

На сегодняшний день существует достаточно много разработок как по моделированию города в целом, так и отдельных его подсистем. Эти работы ориентированы на прогнозирование социоэкономических показателей для конкретного города, например: Модель города Санкт-Петербург (Санкт-Петербургский институт информатики РАН), Модель города Апатиты (Петрозаводский государственный университет), Мультиагентная модель системы управления здравоохранением Самарской области (Институт проблем управления сложными системами РАН).

Традиционно, при моделировании социоэкономических процессов, выделяют следующие самостоятельные блоки: население, производство, непродовольственная сфера, экология, финансы, внешняя экономическая сфера [1].

Население является самым важным компонентом городской системы. Оно активно участвует во всех социоэкономических процессах и во многом определяет состояние и поведение других городских подсистем. Население предоставляет трудовые ресурсы в блок производства, является одним из основных источников загрязнения окружающей среды, значительная часть поступлений в бюджет - это обязательные платежи населения.

В данной работе разрабатывается программа моделирования динамики численности городского населения на основе мультиагентных технологий. Изменение численности населения является одним из основных социоэкономических показателей, который характеризует развитие города, однако он редко используется как самостоятельный показатель при принятии управленческих решений муниципальными органами власти. Для принятия более обоснованных решений в дополнение к нему используются показатели, которые характеризуют динамику внутренних процессов населения. К ним относятся коэффициенты рождаемости, смертности, изменение возрастной структуры населения и некоторые другие.

Функциональной основой любой мультиагентной системы является, во-первых, индивидуальное поведение агентов, во-вторых, взаимодействие агентов между собой.

Поведение агента характеризуется набором состояний и условиями перехода агента из одного состояния в другое. Наглядно его можно изобразить при помощи диаграммы состояний (рис.).

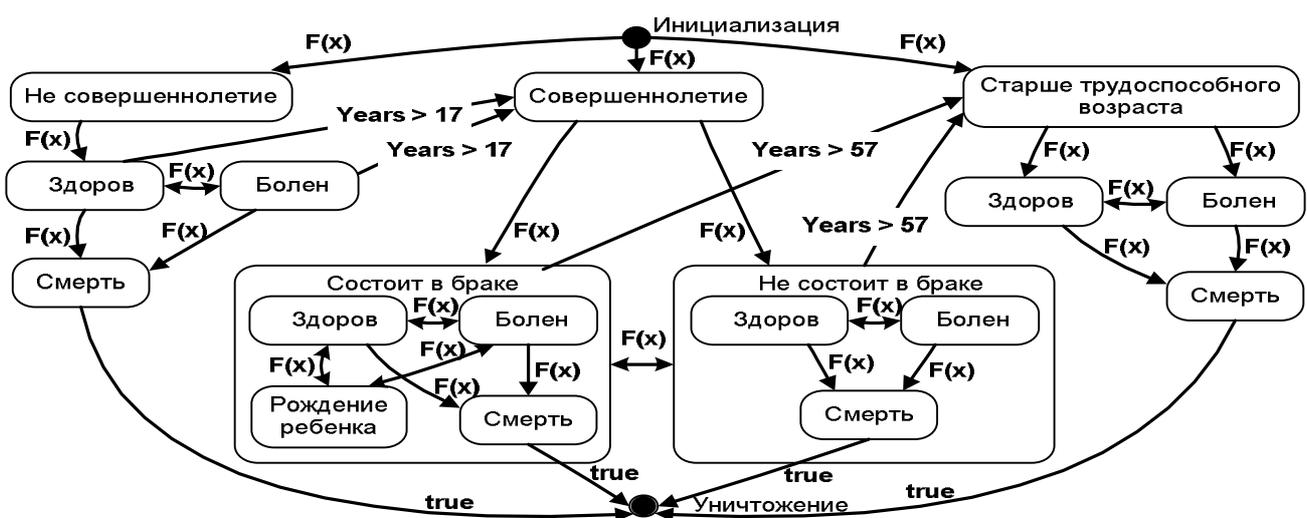


Рис. Диаграмма состояний

В результате данного проекта будет разработана программа моделирования динамики численности городского населения. Она позволит прогнозировать следующие демографические показатели: общая численность населения, возрастной состав населения, коэффициент смертности, коэффициент рождаемости и другие.

1. Форрестер, Д. Динамика развития города / Д. Форрестер. – Москва : Прогресс, 1974. – 285 с.

## **ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И АНАЛИЗА УПРАВЛЕНИЯ МОЛОДЁЖНОЙ ПОЛИТИКИ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

***И.А. Кузнецов***

***А.Н. Наимов**, научный руководитель, д-р физ.-мат. наук, профессор  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Целью выполнения работы является автоматизация деятельности управления молодёжной политики Вологодской области, а также областного центра молодёжных и гражданских инициатив «Содружество» на базе платформы программного обеспечения «1С: ERP Управление предприятием 2.0». Это обеспечивает ряд некоторых преимуществ: невысокая стоимость разработки, широкая распространённость платформы, открытость архитектуры и программного пространства, возможность доработки на месте, гибкость, адаптируемость, простота настройки системы.

Данная система предназначена для автоматизации деятельности управления молодёжной политики Вологодской области и областного центра молодёжных и гражданских инициатив «Содружество», учёта и регистрации участников профильных смен, молодёжных программ, региональных и всероссийских форумов, слётов, ведения и обслуживания ресурсных карт муниципальных районов, дорожных карт областных программ, анализа результатов проведённых мероприятий и др.

По вышеприведённым данным была разработана функциональная структура системы, которая представлена на рис.1

Справочники «Школьники», «Студенты», «Работающая молодёжь» и «Иностранцы граждане» позволяют хранить в информационной базе (ИБ) имеющиеся фактические данные. Документы «Дорожная карта», «Ресурсная карта района», «Информационно-аналитический отчёт», «Форма командировочного листа» и «Регистрационный лист участника» позволяют хранить ин-

формацию о выполненных действиях или о событиях, произошедших в деятельности ОЦМиГИ «Содружество». Регистры «Посещаемость форумов/ слётов», «Посещаемость выставок», «Посещаемость молодёжных программ/мероприятий» и «Затраты на молодёжные программы/форумы» предоставляют возможность хранить произвольные данные в разрезе нескольких сегментов, что способствует быстрдействию создания внешних обработок. Внешние обработки – это специализированные отчёты, которые пользователь может формировать самостоятельно в зависимости от требований и его потребностей. На функциональной структуре системы представлены некоторые возможные обработки, но их спектр может быть достаточно велик. Также имеется блок печатных форм, который формирует необходимую информацию в виде документов для печати. В информационной базе хранятся все учётные и фактические данные системы.



Рис. 1. Функциональная структура информационной системы

Принцип работы информационной системы изобразим на диаграмме потоков данных DFD, так как она наиболее точно описывает суть реализации основных бизнес-процессов, происходящих внутри деятельности ОЦМиГИ «Содружество». Диаграмма представлена на рис. 2.

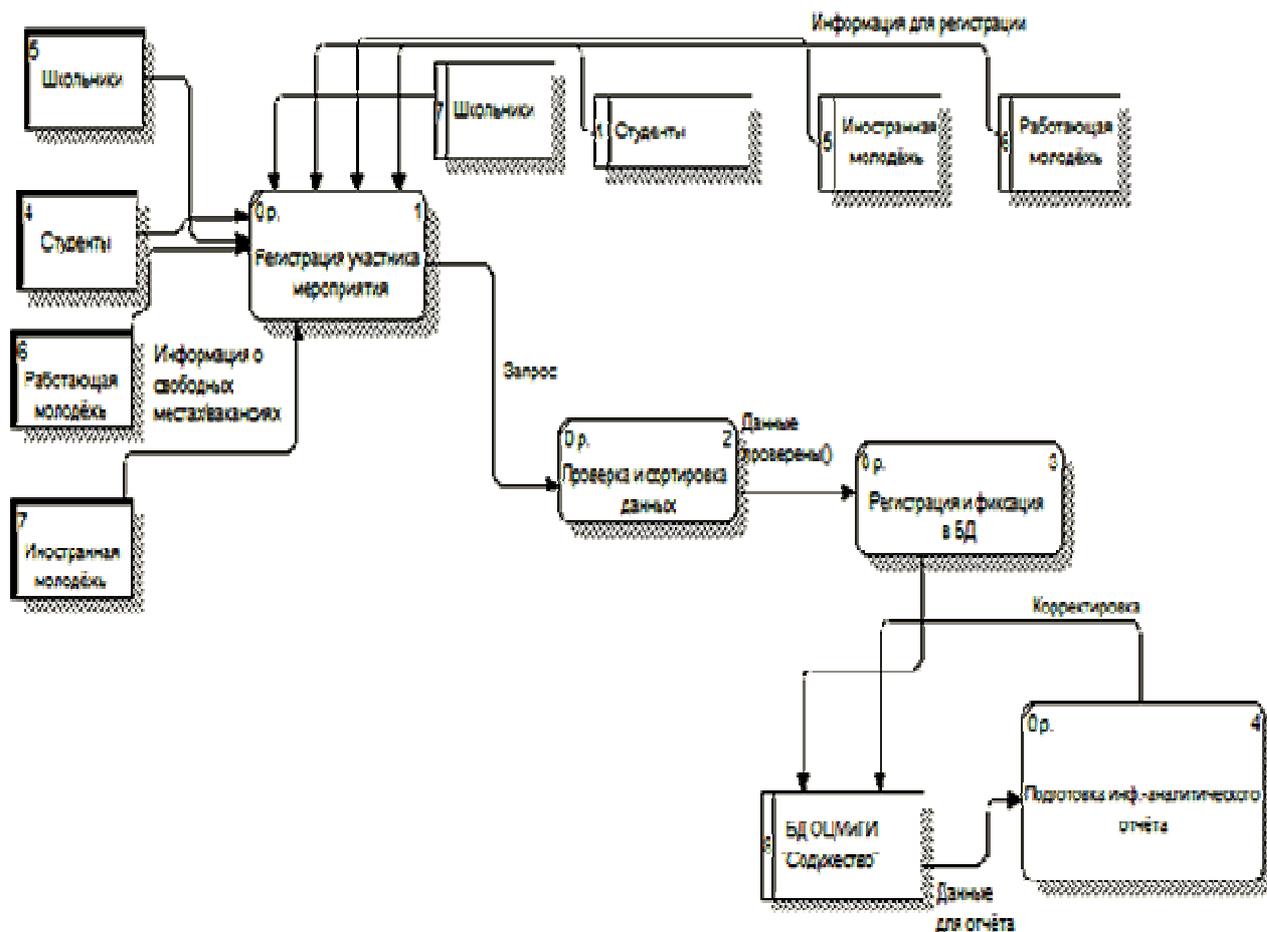


Рис. 2. DFD диаграмма потоков данных

Существует пять хранилищ данных: «Школьники», «Студенты», «Иностранная молодёжь», «Работающая молодёжь» и «БД ОЦМиГИ «Содружество»». Моделирует взаимодействие с блоками системы, которые выходят за рамки моделирования, внешняя сущность «БД ОЦМиГИ «Содружество»». Выполняют всю обработку и анализ информации следующие функциональные блоки: «Регистрация участника мероприятия», «Проверка и сортировка данных», «Регистрация и фиксация в БД» и «Подготовка информационно-аналитического отчёта».

## ЭЛЕКТРОННЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА VBA»

*Т.Н. Лобазова*

*Г.А. Сазонова, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Целью работы является разработка электронного лабораторного практикума по дисциплине «Программирование на VBA».

При изучении предметной области автоматизации рассмотрено современное состояние проблемы дистанционного образования, в качестве программного средства для реализации электронного практикума была выбрана СДО Moodle. Проведен анализ функциональных характеристик СДО Moodle, сформулированы основные требования к электронному лабораторному практикуму.

Разработана функциональная структура электронного лабораторного практикума, которая состоит из нескольких модулей: модули студента и преподавателя, модуль регистрации/авторизации, модуль обучения и контроля, модуль оценки успеваемости.

При проектировании электронного лабораторного практикума были разработаны структурные функциональные модели с использованием методологии IDEF0. Разработана контекстная диаграмма модели электронного практикума. Входной информацией являются данные о студенте; выходная информация – отчёт о прохождении курса и карты успеваемости; роль управления выполняет рабочая программа по дисциплине; механизмами исполнения являются преподаватель с правами администратора и СДО Moodle.

Разработана диаграмма декомпозиции первого уровня, которая представлена на рис. 1 и состоит из 5 этапов: авторизация пользователя, изучение теоретического материала, выполнение практического материала, прохождение итогового тестирования и составление контрольных карт успеваемости.

Этап «Составление контрольных карт» был декомпозирован на четыре функциональных блока: «Таблица результатов», «Расчет средней линии карты», «Вычисление границ регулирования для карты» и «Построение карты».

Для описания функционального назначения системы построена диаграмма вариантов использования (рис. 2). Система имеет трех актеров: преподавателя, студента и СДО Moodle. Базовыми вариантами использования для студента являются: авторизация, изучение теоретического материала, выполнение практического материала, прохождение тестирования. Базовыми вариантами использования для преподавателя являются: авторизация, разработка теоретического и практического материала, разработка тестирования. Базовым вари-

антом использования для СДО Moodle является формирование контрольных карт успеваемости.

Разработана схема содержания электронного комплекса. Теоретический материал по курсу включает три темы: «Среда программирования и основы языка VBA», «Программирование на языке VBA в Excel», «Программирование на языке VBA в Access». Практический материал включает задания и примеры решений на языке VBA в Excel и в Access.

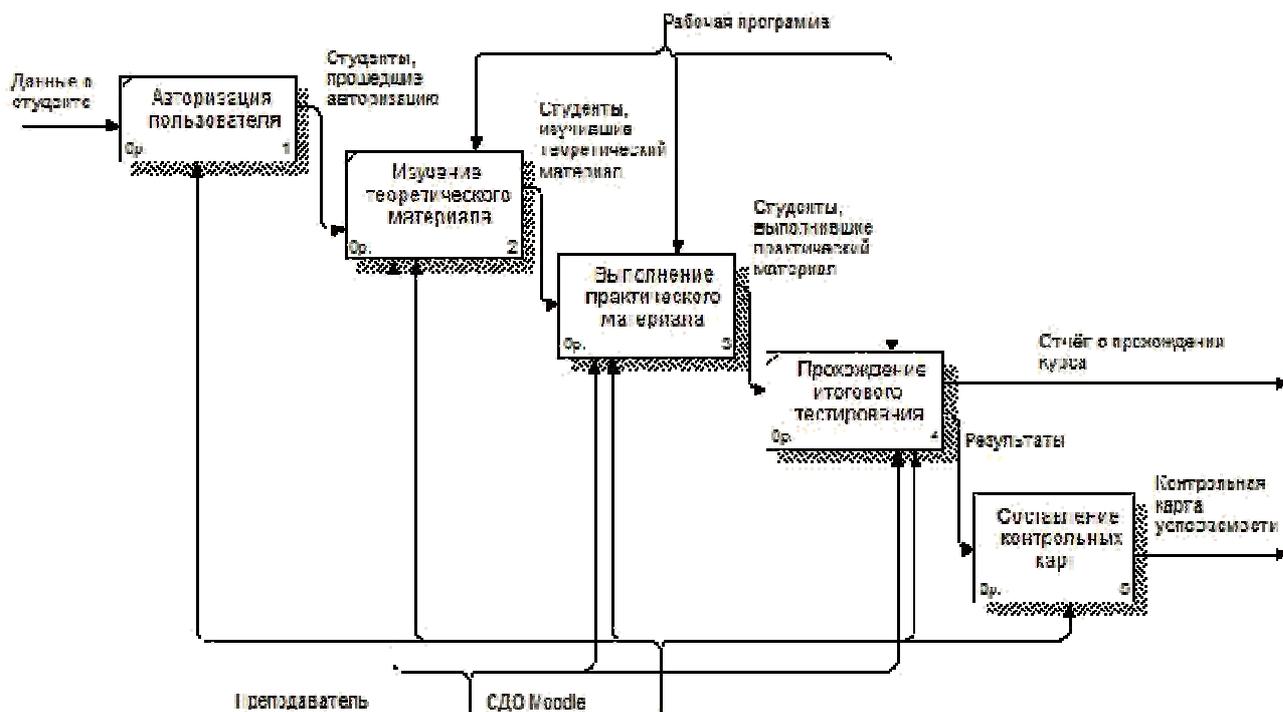


Рис. 1. Диаграмма декомпозиции первого уровня

Разработана структура интерфейса электронного практикума. Взаимодействие системы с пользователем осуществляется посредством интерактивного меню. Меню включает в себя следующие разделы: главное меню, идентификация пользователей, блок студента и блок преподавателя с правами администратора. Построены схемы диалогов клиентских частей: модуль студента и модуль преподавателя.

Для оценки успеваемости используется метод контрольных карт. Метод заключается в построении карты для анализа учебного процесса при изучении курса. Для реализации процедуры построения карт необходимы отношения, которые были сформированы на основании запросов к базе данных. Для графического отображения контрольных карт учебного процесса атрибутами являются: средняя линия учебного процесса, верхняя контрольная граница, нижняя контрольная граница и объект учебного процесса.

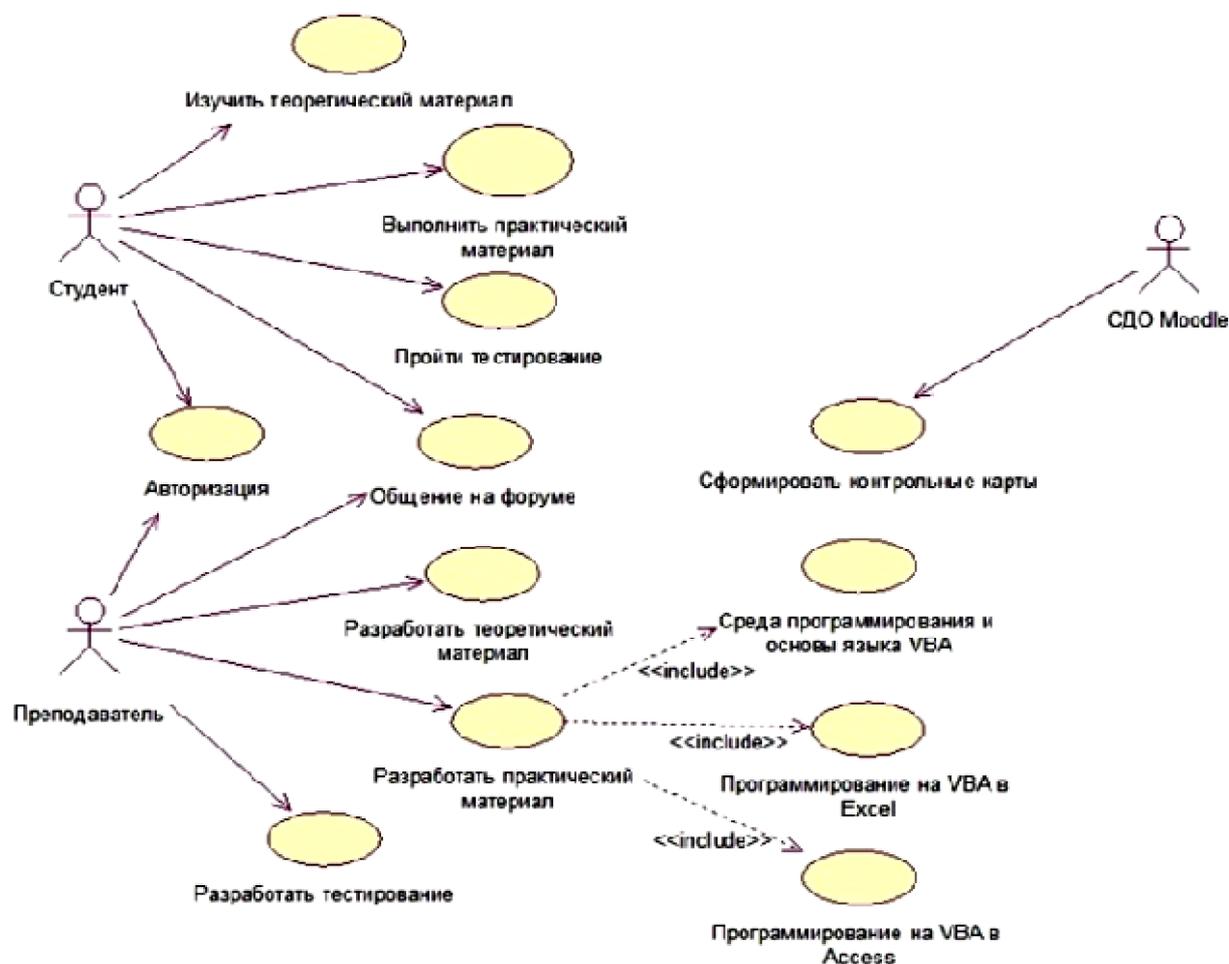


Рис. 2. Диаграмма вариантов использования

## ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА АНАЛИЗА И МОНИТОРИНГА ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИКИ СТУДЕНТОВ

*К.С. Малинин*

*Г.А. Сазонова, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Производственная практика студентов учреждений высшего профессионального образования является составной частью основной образовательной программы. Программы практики разрабатываются и утверждаются вузом самостоятельно, с учетом рабочих учебных планов по направлениям подготовки.

Целью работы является разработка информационной системы анализа и мониторинга проведения практики студентов на кафедре.

Изучена организация практик в вузах и разработана функциональная структура информационной системы мониторинга и анализа проведения практики студентов, которая представлена на рис. 1.

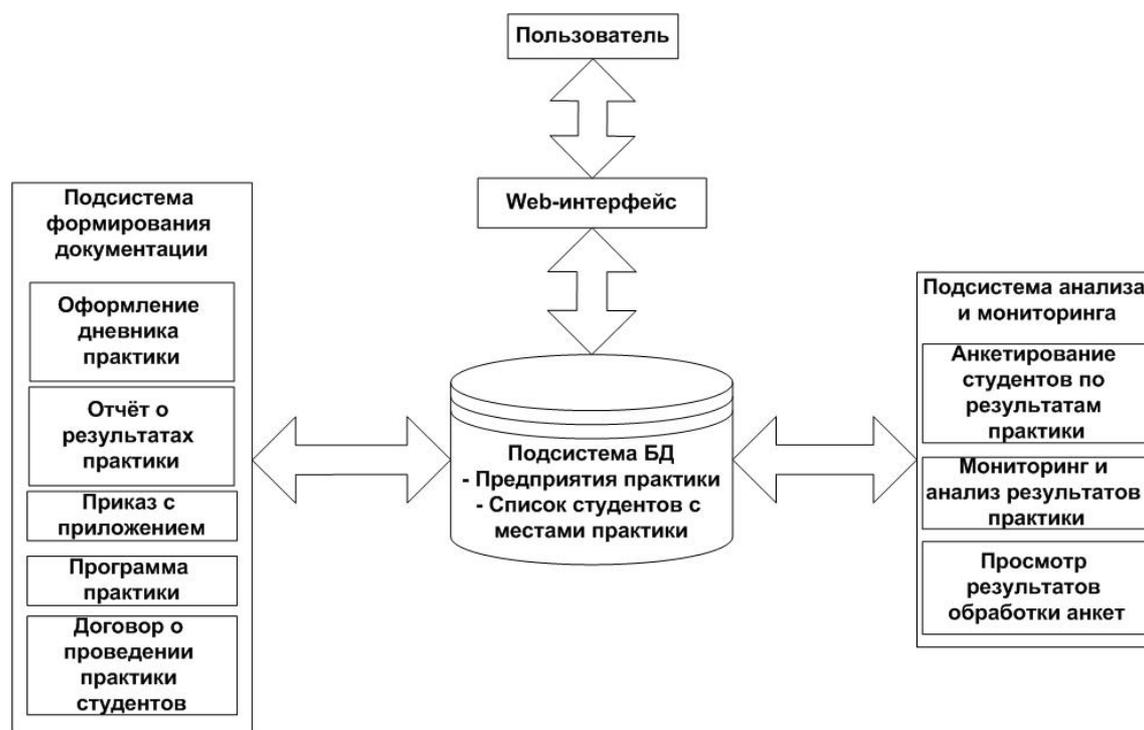


Рис. 1. Функциональная структура ИС

Она состоит из трех модулей: модуль БД, модуль формирования документации и модуль анализа и мониторинга производственной практики. Модуль БД реализует хранение информации о студентах всей кафедры информационных систем и технологий, предприятиях, на которых студенты будут проходить производственную практику и возможность ее редактирования. Модуль формирования документации для производственной практики реализует формирование приказа ректора с приложением, в котором будет список студентов, проходящих практику, а также формирование договоров с предприятиями и дневников практики. Модуль анализа и мониторинга реализует анкетирование студентов по результатам практики, обработку анкет, анализ и мониторинг результатов практики.

При проектировании системы использовалась методология IDEF0. На вход ИС подаются списки студентов и предприятий; механизмом исполнения является база данных и руководитель практики; управляющей информацией является Положение о порядке проведения практики студентов; выходной информацией являются приказ с приложением, договор о проведении практики и дневник практики. Декомпозиция первого уровня состоит из следующих этапов «формирование списка студентов с указанием мест практики»; «формиро-

вание приказа с приложением»; «формирование договора о проведении практики»; «формирование дневника практики».

При разработке информационного обеспечения были выделены информационные объекты, проанализированы связи между ними и разработана логическая модель данных. Разработана структурная схема программного обеспечения (ПО), которая представлена на рис. 2. Она состоит из пяти подсистем, которые взаимодействуют между собой через базу данных. Подсистема анкетирования извлекает ответы студентов из экранных форм и передаёт в таблицу базы данных, из этой таблицы подсистема обработки результатов анкетирования извлекает значения, обрабатывает и выводит на экран. Подсистема мониторинга и анализа строит графики по заданным критериям. Подсистема редактирования списка мест практики позволяет добавлять новые места, а также удалять и изменять уже имеющиеся. Подсистема формирования документации создаёт необходимый для прохождения практики набор документов. Программное обеспечение разработано на языке PHP.

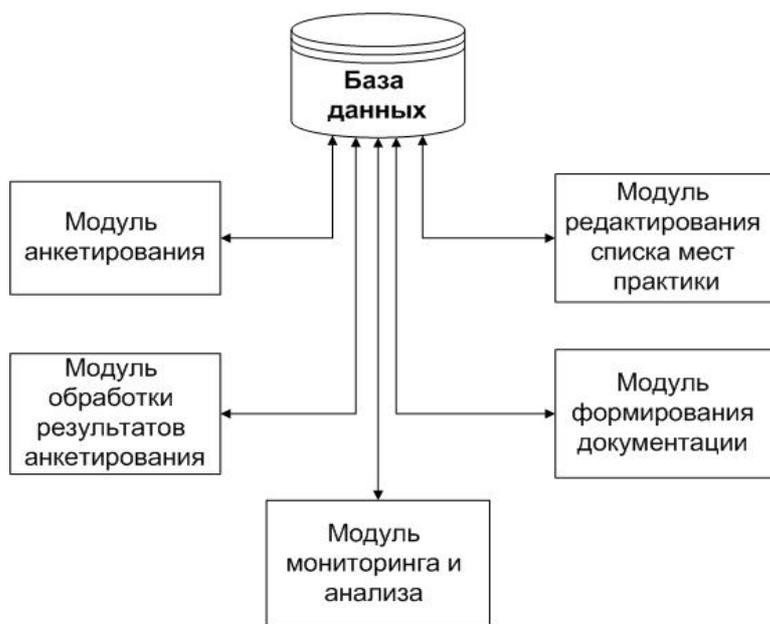


Рис. 2. Структурная схема ПО

## РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНОГО ТУРА ПО ВОЛОГОДСКОМУ ГОСУДАРСТВЕННОМУ УНИВЕРСИТЕТУ

*И.Н. Мизяков*

*А.Н. Швецов, научный руководитель д-р техн. наук, профессор*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Виртуальная экскурсия по Вологодскому государственному университету создана на основе современной технологии визуального представления объемного пространства – технологии 3D-панорамной съемки.

Данная работа выполняется в рамках выпускной квалификационной работы и предусматривает проведение панорамной фотосъемки на нескольких площадках ВоГУ, монтаж панорам, разработку интерактивного мультимедийного приложения "Виртуальная экскурсия по ВоГУ" с последующим размещением его на сайте университета.

Целью данной работы является поиск и изучение средств создания виртуальных туров, а также применение полученных знаний на практике.

В сети Интернет недостаточно рекомендаций по выбору программного обеспечения по созданию виртуальных туров. Это связано с тем, что создание виртуальных путешествий достаточно трудоемкий процесс. Взяв десятку лучших вузов страны 2014 г., было обнаружено, что 80% процентов из них имеют виртуальный тур, что говорит о необходимости создания тура, для придания большего престижа университету на фоне учебных заведений, не имеющих данного приложения. Эта проблема и определила актуальность данного исследования.

Предметом исследования является территория ВоГУ. Объектом исследования является процесс создания виртуальных путешествий.

В соответствии с указанным объектом, предметом и для достижения поставленной цели были определены следующие задачи исследования:

- проанализировать техническую, специальную литературу по теме исследования;
- определить оптимальное программное средство для создания виртуальных путешествий;
- разработать виртуальный тур по университету.

В ходе выполнения данной работы было изучено множество материала по созданию виртуальных туров.

Процесс создания виртуальных путешествий можно разделить на четыре этапа:

5. фотосъемка объекта;
6. обработка полученных изображений;
7. сшивание панорамной фотографии;
8. создание виртуального тура и монтаж виртуального путешествия.

Первый этап создания виртуальных туров – выбор фототехники, съемка объекта.

Во время второго этапа полученные фотографии обрабатываются при помощи графических редакторов.

На третьем этапе фотографии объединяются в панорамы.

Четвертый этап состоит из конечного создания виртуального тура путем компоновки панорамных фотографий в одно интерактивное путешествие.

Виртуальное путешествие собирается из виртуальных туров на основе панорамных фотографий. Каждый виртуальный тур связывается с последующим с помощью плавных переходов за счет создания в них так называемых активных зон, которые имеют функцию перехода от одного тура к другому.

В результате исследования были сделаны выводы о практической значимости исследования:

- выбранное техническое и программное обеспечение, а также технологии создания виртуальных путешествий могут быть практически использованы всеми интересующимися этим процессом;
- для университета будет разработан виртуальный тур.

1. Зайцева М.А. Визуально-интерактивная технология интеграции САПР и ГИС / М.А. Зайцева, С.Ю. Дорофеев, С.Е. Кошевой // Технологии Microsoft в теории и практике программирования : сб. трудов VII Всеросс. научно-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск: Изд-во ТПУ. – 2010. – С. 52-54.

2. Журнал «КомпьютерПресс»: [Электронный ресурс] : Программы для создания виртуальных туров. – Режим доступа: <http://www.compress.ru/article.aspx?id=15669&iid=743>.

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ МОДИФИЦИРОВАННЫХ НЕЧЕТКИХ СЕТЕЙ ПЕТРИ

*П.А. Николаев*

*Д.В. Кочкин, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Непрерывный технический прогресс ведет к увеличению количества и усложнению существующих технических и программных систем. Это обстоятельство объясняет постоянно возрастающую важность моделирования, так как строительство реальных прототипов таких систем становится все более дорогим.

Вместе с усложнением систем усложняется и процесс их моделирования, что заставляет нас искать новые инструментальные средства для обеспечения потребностей в расчетах созданных нами моделей. Проблема расчета может быть решена путем привлечения ЭВМ, уже доказавших свою полезность во многих областях жизни современного общества.

В ходе работы предлагается создать систему, позволяющую создавать, анализировать и выполнять модели на базе математического аппарата модифицированных нечетких сетей Петри.

Модифицированные нечеткие сети Петри были описаны Кочкиным Д.В. как расширение сетей Петри свойствами раскрашенных, нечетких, приоритетных, временных и иерархических сетей, что позволило значительно повысить их выразительную мощь и адаптировать их под конкретные задачи.

Разрабатываемая система представляет собой программный продукт, который будет устанавливаться на компьютер пользователя. Для реализации системы был выбран язык Java, что позволит запускать данную программу на различных платформах, а также предоставит все необходимые библиотеки для написания различных компонентов программы, в том числе и графического пользовательского интерфейса, через который будет осуществляться взаимодействие пользователя с программой.

Структура разрабатываемой системы представлена на следующей схеме:



Рис. Структурная схема системы

Разрабатываемая система будет использоваться на кафедре АВТ ВоГУ в учебном процессе. Кроме того, доступ к исходному коду позволит дорабатывать систему и адаптировать ее к конкретным задачам и условиям использования.

1. Кочкин, Д.В. Математический аппарат модифицированных нечетких сетей Петри для моделирования сетевых устройств / Д.В. Кочкин, А.А. Суконщиков // Сборник тезисов международной молодежной конференции «Информационные системы и технологии». – Москва, 2012. – С. 11-12.

2. Кочкин, Д.В. Анализ моделей очередей интеллектуальных сетевых устройств на базе модифицированных нечетких сетей Петри / Д.В. Кочкин // Труды десятого международного симпозиума «Интеллектуальные системы» (INTELLS'2012). – Москва, 2012. – С. 277-282.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ НАСТРОЙКИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СУБД ПРИ ПОМОЩИ СППР

*А.В. Патрышев*

*С.Ю. Ржеуцкая, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Современные информационные системы строятся на различных видах СУБД и все же реляционные (SQL ориентированные) СУБД остаются самыми распространенными. В таких системах любой SQL запрос должен быть исполнен за приемлемое время (обычно порог составляет 5 – 10 секунд). Запросы, замедляющие работу (снижение производительности), необходимо сначала выявить, а затем выполнить их оптимизацию, т.е. устранить причины неэффективного исполнения. Данная задача поддается автоматизации, но в настоящее время стандартные средства СУБД не в полной мере поддерживают принятие обоснованных решений по настройке производительности. Поэтому оптимизация исполнения запросов к базе данных является наиболее важным и интересным направлением исследований и разработок в области баз данных [1].

Для понимания того, какие запросы считать проблемными, необходимо определить критерии, по которым будет оцениваться эффективность выполнения запроса. Эффективность выполнения запроса определяется затратами на исполнение запроса с учетом затрат на построение плана исполнения запроса [2]. В нашем исследовании в качестве основного критерия используется время выполнения задачи процессором, позволяющее охарактеризовать все виды затрат, связанных с обработкой запросов. За основу выбранного критерия принято брать чистое время отклика - интервал времени, по истечении которого запрос возвращает первую запись, без учета затрат на построение плана запроса. Данный критерий будет показывать эффективность написания человеком текста SQL запроса.

После выявления проблемных запросов начинается этап их оптимизации. Можно предложить следующие пути решения проблемы оптимизации проблемных запросов:

- Анализ необходимости данного запроса. Возможно, модуль или часть программы, которая использует данный запрос, не нужна или может быть легко заменена другой, переконфигурирована.

- Анализ возможности сокращения количества информации в таблицах, которые имеют отношение к запросу. Часто бывает, что медленные запросы происходят при обработке таблиц, накапливающих статистику изменений данных или иную информацию, которая, фактически, может быть сокращена.

- Тщательный анализ текста запроса – во многих случаях запрос можно переписать, значительно сократив время его исполнения.

- Проверка, используются ли при исполнении запроса индексы, и если да, то в каком объеме. Индекс в сервере SQL– дополнительная информация, связанная с данными в таблицах, которая позволяет выполнять запросы без перебора всего объема данных таблицы. Во многих случаях простым способом оптимизации запроса является создание дополнительных индексов.

Исходя из изложенного выше, можно предложить архитектуру СППР по настройке производительности СУБД, представленную на рисунке.

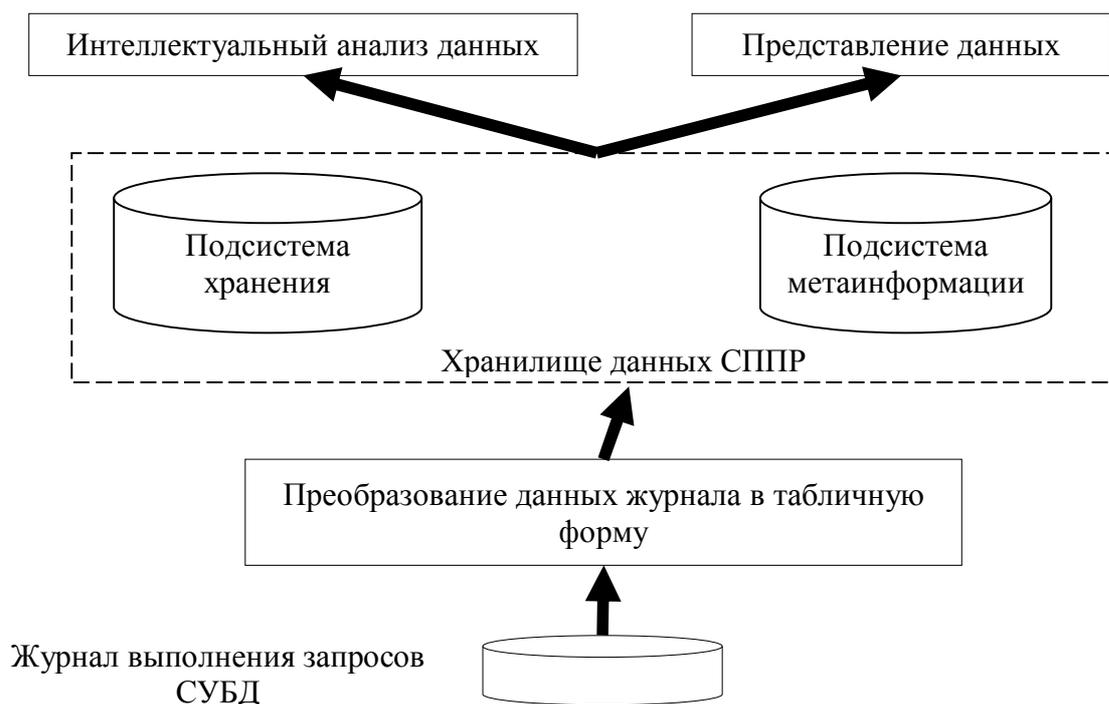


Рис. Архитектура СППР по настройке производительности СУБД

Основу СППР составляет реляционное хранилище данных, в котором содержится вся информация по статистике исполнения запросов. Подсистема хранения – база данных, хранящая запросы и статистическую информацию по ним, построенную на основе XML-журнала работы СУБД. Подсистема метаинформации – набор регулярных выражений, описывающих возможности условий в предложениях «where» и «from», и типов просмотров таблиц.

Блок интеллектуального анализа классифицирует запросы по времени их выполнения, выявляя проблемные. Далее на основе правил вида «**WHERE field=[value], WHERE field>[value], WHERE field<[value]**» определяется возможность использования индексов. На основе полученных результатов СППР может указать необходимость создания индекса по конкретному условию, необходимость подключения индекса, несоответствие порядка соединения таблиц написанному запросу и ряд других рекомендаций.

1. Свистунов А.Н. Методы и средства построения распределенных программных систем / А.Н. Свистунов. - БИНОМ, 2011. - 280 с.
2. Борчук Л.Е. Оценка времени выполнения запроса в реляционной СУБД на основе асимптотических моделей затрат ресурсов / Л.Е. Борчук, А.А. Кузьмин // Наукоемкие технологии. - 2008. - №4. - С. 61-64.

## РАЗРАБОТКА АДАПТИВНОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ

*Е.Н. Рожина*

*А.П. Сергушичева, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Адаптивное обучение представляет собой технологическую педагогическую систему форм и методов, способствующую эффективному индивидуальному обучению. Эта система лучше других учитывает уровень и структуру начальной подготовленности, оперативно отслеживает результаты текущей подготовки, что позволяет рационально подбирать задания и упражнения для дальнейшего быстрого продвижения в изучении выбранной дисциплины [1].

При построении АДос решается достаточно разнообразный спектр проблем: какую модель выбрать для представления обучаемого; как определять компетентностные (достижения в изучении конкретной дисциплины) и когнитивные характеристики обучаемого; как должны различаться альтернативные учебные материалы; какую методику составления индивидуальной траектории обучения использовать; какие характеристики обучаемого следует учитывать в первую очередь.

Информацию, включаемую в модель обучаемого при построении адаптивной обучающей системы, можно разделить на три группы: 1) Коммуникативная – данные, необходимые для однозначной идентификации студента, обеспечивающие общение с ним: имя, домашний адрес, адрес электронной почты, логин, пароль, язык общения и т.д.; 2) Когнитивная – данные, составляющие психолого-когнитивный портрет обучаемого: уровень развития общих и логических способностей, особенности памяти, параметры внимания, работоспособность и т.п.; 3) Компетентностная – информация о профессиональных компетенциях, исходных и приобретенных в ходе обучения, позволяющая судить об успешности образовательного процесса и, в случае необходимости, обеспечивающая возможность его корректировки.

Коммуникативную информацию для Адос получают обычно анкетированием при регистрации. Психо-эмоциональное состояние обучаемого опреде-

ляется посредством тестирования и анкетирования. Для выявления уровня знаний обучаемого используют чаще всего предметные тесты [1].

Между тем, измерение психологокогнитивных и компетентностных характеристик обучаемого – задача трудоемкая. Например, тесты Айзенка среднего размера (40 заданий) должны выполняться 30 минут. Чуть меньше времени необходимо для измерения логических способностей. А если еще оценить внимание, память и т.п. и провести предметные тесты, то на изучение предлагаемого контента времени не останется. Задача данной работы заключается в следующем: Совместить измерение уровня знаний с определением когнитивных характеристик.

Комплексные тесты были подготовлены и проведены по дисциплинам «Информационные технологии», «Компьютерная практика», «Метрология, стандартизация и сертификация» и «Оборудование автоматизированных производств». Практически при определении всех характеристик наблюдалась положительная корреляция с характеристиками, определенными иными методами [2].

В ходе работы была поставлена задача: Создание локальной автоматизированной системы, в которой реализована идея применения комплексных тестов. Для выделения функций системы была использована диаграмма UseCase.

В ходе проектирования системы была создана структура АДоС и выбраны инструменты для реализации АДоС. В структуру АДоС входит: БД, модуль определения когнитивных характеристик, модуль создания и редактирования контента, модуль обработки результатов тестирования, модуль создания базовой траектории обучаемого.

Разработаны алгоритмы формирования комплексного теста, оценивания результатов комплексного теста, общий алгоритм работы обучаемого в АДоС. Исходными данными в алгоритме формирования комплексных тестов являются количество и названия охватываемых тем  $N$  (междисциплинарные тесты здесь не рассматриваются), количество заданий по каждой теме  $K_i$ , количество (или процент) заданий для определения уровня внимания  $K_{vi}$ , интеллекта  $K_{ii}$  и других психологических характеристик. На выходе получаем файлы с тестом и правильными ответами (например, для бланкового тестирования), а также информационные параметры теста, такие как количество заданий, максимально возможное количество баллов по каждой характеристике.

В алгоритме оценивание результатов выполняется проверка базовых знаний обучаемого, затем после оценки результатов будет предлагаться пройти комплексный тест с откорректированной траекторией обучения.

Спроектирована база данных, которая будет в дальнейшем немного дорабатываться, если это будет необходимо. Созданы таблицы: вопросы, ответы, справочник характеристик, пользователи, справочник дисциплин, результатов, порогов оценки результатов комплексного теста, учетных записей, таблицы-

связка между характеристиками и вопросами. На данном этапе данных в БД достаточно для реализации.

В направление дальнейшей работы входит: завершить проектирование, доработать приложение и БД, провести тестирование.

1. Сергушичева, А.П. Интеллектуальный агент обучаемого для системы дистанционного обучения. / А.П. Сергушичева // Труды межд. науч.-мет. конф. «Информатизация инженерного образования» ИНФОРИНО-2012. – 2012. – С. 499-502.

2. Сергушичева, А.П. Комплексные тесты для адаптивной обучающей системы/А.П. Сергушичева, И.В.Алябьева, Е.Н.Рожина // Вузовская наука - региону: мат. 12-й всерос. науч.-техн. конф. – Вологда: ВоГУ, 2014.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СТОЙКОСТИ САРТСНА К АВТОМАТИЧЕСКОМУ РАСПОЗНАВАНИЮ

*А.С. Саблина*

*С.Ю. Ржеуцкая, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Проблема защиты персональных данных в сети Интернет как никогда актуальна. Одним из наиболее популярных в сети способов защиты данных является САРТСНА (Completely Automatic Turing Test to Tell Computers and Humans Apart) — полностью автоматический тест Тьюринга для различения компьютеров и людей [1]. Иными словами, это задача, которую легко решает человек, но которую крайне трудно научить решать компьютер. Капча (САРТСНА) имеет несколько вариантов реализации, но обычно представляет собой изображение с набором случайных символов или цифр, которые каким-то образом искажены, что усложняет задачу компьютеру, но в то же время не препятствует решению теста человеком. В настоящее время, тесты САРТСНА внедрены на большинстве сайтов интернета, которым требуется защита от программ автоматической отправки сообщений (спама).

Казалось бы, проблема решена, однако, с появления самой идеи САРТСНА накопилось достаточно много примеров программ ее автоматического прохождения. Разработчики программных средств для формирования САРТСНА постоянно совершенствуют алгоритмы с целью повышения стойкости САРТСНА к автоматическому распознаванию. Однако эта проблема является недостаточно исследованной, поскольку практически не имеется публика-

ций, посвященных анализу стойкости различных видов искажений символов CAPTCHA к автоматическому распознаванию вредоносными программами.

Чтобы защитить внесенные символы или цифры в CAPTCHA от распознавания компьютером, в изображение вносятся всевозможные искажения и шумы, которые усложняют распознавание как изображения в целом, так и отдельных, уже выделенных, символов. Существует несколько видов искажений и шумов, вносимых в CAPTCHA, таких как поворот символов, изменение размера и положения отдельных символов или всего набора, наложение маски искажений, применение морфинга шрифтов, различных цветов и наложения шумов: точек, линий, полупрозрачных градиентов и геометрических фигур с инверсией цвета.

Что касается действий злоумышленников, в настоящее время существуют три основных способа автоматизированного распознавания капчи [2]:

1. Использование ошибок в алгоритме защиты;
2. Автоматическое распознавание;
3. Полуавтоматическое распознавание с привлечением дешевых человеческих ресурсов.

Наиболее популярным и эффективным методом является автоматическое распознавание с применением нейронных сетей, поэтому исследуемые в работе модели злоумышленников основаны на нейронных сетях.

Процесс автоматического распознавания капчи имеет несколько этапов:

1. Изображение анализируется, и отбрасываются шумы;
2. CAPTCHA разделяется на сегменты, один сегмент – один символ;
3. Отдельные сегменты распознаются специально обученными нейронными сетями.

Распознавание символа для нейронной сети является задачей классификации, т. е. задачей отнесения распознаваемого символа к одному из символов алфавита, используемого в CAPTCHA. Классификацию можно осуществлять с помощью сетей следующих типов: многослойного персептрона, радиальной базисной функции, сети Кохонена, вероятностной нейронной сети и линейной сети.

В ходе выполнения работы необходимо исследовать различные виды искажений CAPTCHA и несколько моделей злоумышленников, при этом оценить стойкость искажений, вносимых в CAPTCHA, к автоматическому распознаванию.

Рассматриваемые искажения: поворот отдельных символов, изменение размера отдельных символов, изменение положения (смещение) символов, морфинг шрифтов, внесение шума (точек, линий и других элементов), использование различных цветов.

Также следует внести ограничения на параметры CAPTCHA: алфавит используемых в изображениях символов – арабские цифры, количество символов

в наборе – от 4 до 6. Искажения необходимо рассматривать как индивидуально, так и в комплексе с другими искажениями и шумами.

В роли моделей злоумышленников выступают нейронные сети типов, пригодных для решения задач классификации, а именно: многослойный персептрон, радиальная базисная функция, сеть Кохонена, вероятностная нейронная сеть, линейная сеть.

Оценка стойкости конкретного искажения будет складываться из относительной оценки числа распознанных изображений к числу поданных на распознавание CAPTCHA, времени обучения моделей злоумышленника распознаванию данного вида искажения, времени распознавания злоумышленником.

К настоящему времени выполнен аналитический обзор, продуман план эксперимента, выбрано программное средство (STATISTICA Neural Networks) и способ подготовки исходных данных для эксперимента.

1. Что такое CAPTCHA [Электронный ресурс]: CAPTCHA.ru. - Режим доступа: <http://www.captcha.ru>.

2. Решение главных проблем CAPTCHA [Электронный ресурс]: Хабрахабр. - Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/206468>.

## **РАЗРАБОТКА ЧАСТОТНОГО СЛОВАРЯ УСТОЙЧИВЫХ СЛОВСОЧЕТАНИЙ ДЛЯ КОЛЛЕКЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ ТЕКСТОВ НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ**

*А.Ю. Саварин*

*С.Ю. Ржеуцкая, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

*Вологодский государственный университет*

*г. Вологда*

Частотный словарь (частотный список) - вид словаря (обычно одноязычного), в котором лексические единицы характеризуются с точки зрения степени их употребительности в совокупности текстов, представительных либо для языка в целом, либо для отдельного функционального стиля, либо для одного автора [1]. Словосочетание несет в себе более широкую смысловую нагрузку о понятии (предмете, качестве, действии и др.), чем отдельное слово, поэтому словарь словосочетаний является эффективным инструментом для обучения иностранному языку.

Сегодня на рынке программного обеспечения существует очень мало доступных программных средств для построения частотных словарей словосочетаний. В связи с этим, от преподавателей кафедры иностранных языков для технических направлений поступила просьба о разработке программы для по-

строения частотного словаря устойчивых словосочетаний для коллекции текстов на английском языке. Под устойчивым словосочетанием понимается такое сочетание слов, которое содержится в коллекции текстов два и более раз. Преимуществом собственной разработки является максимальное соответствие разрабатываемой программы предъявляемым к ней требованиям, а также минимальная стоимость внедрения, по сравнению с приобретением или адаптацией существующих программных продуктов.

Научная новизна работы заключается в разработке алгоритма построения частотных словарей устойчивых словосочетаний на основе коллекции англоязычных технических текстов.

В соответствии с пожеланиями преподавателей кафедры иностранных языков, были сформулированы следующие требования к программе:

- Минимальная стоимость внедрения и обслуживания;
- Однопользовательская работа;
- Дополнительные функциональные возможности:
  - возможность корректировки пользователем стратегии построения словаря,
  - сохранение словаря в удобном для просмотра и анализа виде,
  - редактирование полученного частотного словаря,
  - структурирование словарей по определенной тематике.

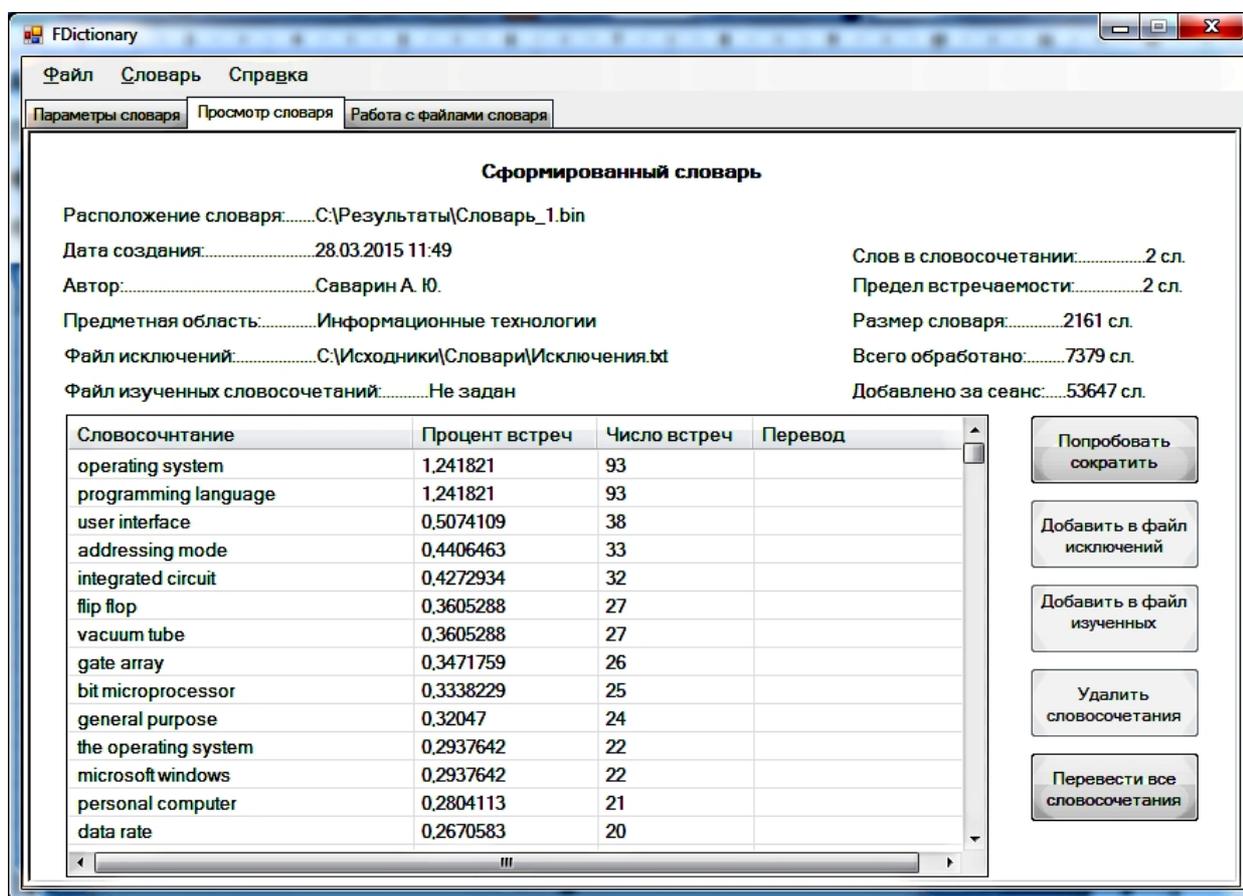


Рис. Пример частотного словаря, построенного в FDictionary

В соответствии с требованиями программа реализована как локальное приложение. В качестве средств реализации выбраны общедоступные и бесплатные средства: язык программирования C++, среда разработки Microsoft Visual C++ 2010 Express Edition. Приложение будет работать на основе набора библиотек и системных компонентов — Microsoft .NET Framework.

На сегодняшний день спроектированы структуры данных (в качестве основы выбрана хеш-таблица) и алгоритмы, а также пользовательский интерфейс. Разработана демо-версия программного продукта «Частотный словарь словосочетаний FDictionary» (рис.).

Использование данной программы на кафедре иностранных языков для технических направлений позволит повысить качество обучения студентов английскому языку, поскольку будут снижены временные затраты преподавателя на построение частотных словарей словосочетаний, по сравнению с ручным способом построения частотных словарей, а также упростятся работы, связанные с их хранением и редактированием.

1. Частотный словарь [Электронный ресурс]: Сайт википедии. – Режим доступа: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Частотный словарь](http://ru.wikipedia.org/wiki/Частотный_словарь).

## **ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ОБЛЕГЧЕНИЯ ВЫБОРА МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ**

*И.В. Сараев, А.В. Кулагин, А.В. Елесева  
А.Г. Бубнов, научный руководитель, д-р хим. наук, доцент  
Ивановская пожарно-спасательная академия государственной  
противопожарной службы МЧС России  
г. Иваново*

Свою историю отечественный гидравлический аварийно-спасательный инструмент (ГАСИ) ведет с первой половины 90-х годов прошлого века [1]. С момента своего появления ГАСИ нашел широчайшее применение как на различных производствах, так и на службе различных Министерств и ведомств. Наиболее широкое применение ГАСИ нашел в Министерстве Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России).

До появления ГАСИ при проведении аварийно-спасательных работ (АСР) спасателям приходилось использовать подручные средства. АСР затягивались на многие часы, а иногда и десятки часов. Зачастую это приводило к повышению смертности при чрезвычайных ситуациях (ЧС) техногенного и геологического характера. Именно поэтому возникла острая необходимость в

появлении специального инструмента – мощного, универсального и удобного при использовании. При этом он должен был отвечать условиям оперативности, не требуя внешних источников энергии и обладая способностью перемещать строительные конструкции [1].

В настоящее время более десяти отечественных и зарубежных фирм выпускают различные комплекты ГАСИ. ГАСИ имеет похожую, но всё-таки отличающуюся по своим функциональным характеристикам комплектацию, зависящую от фирмы-производителя, которых на сегодняшний день достаточно много (отечественных и импортных): «ПРОСТОР», «СПРУТ», «МЕДВЕДЬ», «ЭКОНТ», «КОМБИТЕХ», «HOLMATRO», «LUKAS», «PHOENIX» и др. В свете этого встает закономерный и порой не простой вопрос: «А какой же ГАСИ выбрать?».

Отсюда и возникает необходимость создания программного средства предназначенного для облегчения рационального выбора и последующего материально-технического оснащения подразделений МЧС России как гидравлическим аварийно-спасательным инструментом, так и любым другим оборудованием.

Принципиальная схема программного средства:

- 1) запуск;
- 2) алгоритм принятия решения;
- 3) ввод данных;
- 4) визуализация рекомендаций.

Алгоритм принятия решения должен иметь следующую структуру:

- a) старт;
- b) определение комплекса  $K$  технических показателей, принятие масштаба шкалы  $M$ ;
- c) определение числа технических показателей, которые оператор выбирает одновременно;
- d) начало определения степени важности  $M$ -го элемента;
- e) выбор из актуального состава технических показателей, приоритетных по отношению к остальным;
- f) приписывание избранным показателям коэффициента  $q(i)$  по принципу:  $q(i) = n - r$ , где  $r$  – это очередной номер многократного определения степени важности элемента;
- g)  $q(i) = 0$  (возвращение к п. 4);
- h) окончание определения важности  $M$ -м элементом;
- i)  $M \geq t$  (возвращение к п. 3);
- j) статический анализ результатов по определению степени важности, принятие коэффициентов весомости для отдельных показателей;
- k) стоп.

Ввиду вышеизложенного, возможна унификация (оптимизация) критериев отбора ГАСИ путем использования дополнительного интегрального показателя – математического ожидания ущерба от прекращения его работы которая может быть оценена по формулам, представленным в [2]. Результаты расчёта приведены в таблице.

Показатель	Наименование комплектов ГАСИ		
	«СПРУТ»	«ПРОСТОР»	«МЕДВЕДЬ»
$P(из [2])$	0,9901	0,9868	0,9759
$Q$	0,0099	0,0132	0,0241
$B_1$ , руб. (расчёт по ССЖ)	9762	13016	23764
$B_2$ , руб. (РОСГОССТРАХ)	35640	47520	86760
$G$ , руб.	59668	60291	59578
Сопоставимые затраты на закупку, руб.	1015154	787420	725936
$W_1$ (расчёт по ССЖ)	14,2	13,4	11,8
$W_2$ (РОСГОССТРАХ)	37,7	33,4	24,6

В частности, из таблицы следует, что вариант закупки комплекта «СПРУТ» представляется предпочтительным из сравниваемых. Таким образом, использование программного средства может облегчить и унифицировать рациональный выбор того или иного оборудования с учетом особенностей субъектов Российской Федерации.

1. Тодосейчук С.П. Сравнительная оценка эффективности гидравлического инструмента для аварийно-спасательных работ / С.П. Тодосейчук, В.В. Пармонов // Технологии гражданской безопасности. – 2006. – Т. 3. – № 1. – С. 78-79.

2. Использование показателей риска для выбора аварийно-спасательного оборудования / А.Г. Бубнов, В.Ю. Курочкин, Ю.Н. Моисеев, А.Д. Семенов // Пожаровзрывобезопасность. – 2014. – Т. 23. – № 2. – С. 50-55.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЗАЯВЛЕНИЯМИ СТУДЕНЧЕСКОГО ПРОФКОМА

*С.В. Слизова*

*Е.Н. Давыдова, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

В современном мире уже трудно найти задачу, которую нельзя решить с помощью автоматизации. Именно интернет объединяет между собой тех, кто предоставляет услуги или товар, и тех, кто готов ими воспользоваться. С развитием технологий гипертекстовой разметки в Интернете стало появляться всё больше сайтов, тематика которых была совершенно различной – от сайтов крупных компаний до сайтов маленьких фирм, предлагающих посетить их офисы в пределах одного города.

В работе ППО ВоГУ большая часть работы идет с заявлениями в письменной форме от студентов и сотрудников ВУЗа. Часть этой работы можно автоматизировать с помощью электронной регистрации. Нами было принято решение разработать сайт ППО ВоГУ, поэтому встал вопрос выбора средства создания. После сравнения вариантов реализации при помощи системы критериев, сформированных в результате изучения специфики работы профкома (поддерживаемые языки, совмещение с БД, понятный интерфейс, открытость кода), выделили следующие средства.

Ucoz.Ru – это хостинг, который предлагает сотни различных дизайнов, к сайту с возможностью привязать как собственный домен, так и воспользоваться услугой регистрации доменов в разных зонах. Для более продвинутых пользователей данного хостинга есть возможность создания собственного Web-сайта на основе знаний HTML, CSS и JavaScript. Php и MySQL данный хостинг не поддерживает, что является значительным минусом.

Написание кода Web-сайта вручную - самый трудный способ и требует большого опыта в программировании, глубоких знаний HTML, CSS, JavaScript, PHP, Java. Написание кода вручную не ограничивает фантазию разработчика, можно реализовать на собственном Web-сайте практически все, что угодно. Все что необходимо для работы — это текстовый редактор. Из множества визуальных HTML-редакторов наиболее используемые: Microsoft Front Page - достаточно удобный визуальный HTML-редактор, освоить его за пару часов не представляет труда. Front Page имеет интуитивно понятное меню, схожее с меню других программ Microsoft Office.

Используя CMS «Joomla», можно создать и сайт-визитку, и отраслевой портал, и Internet-магазин. Раскрутка Web-сайта, сделанного на основе CMS «Joomla», доступна даже новичку, так как данная система управления контен-

том имеет встроенный функционал, направленный на эффективное продвижение Web-сайтов. Подключение дополнительных специализированных модулей позволяет за считанные минуты оптимизировать Web-сайт и отслеживать позиции в поисковых системах.

В завершении исследования мы остановились на WordPress. Это идеальная платформа для публикации, ориентированная на красоту, поддержку стандартов и удобство использования. WordPress бесплатен и свободен к распространению. Это система управления содержимым сайта с открытым исходным кодом. Написана на PHP, в качестве сервера базы данных использует MySQL. Минимальный набор инструментов, который обогащается по мере необходимости, снижает загромождение административной панели ненужными элементами, а также снижает нагрузку на сервер и экономит место на хостинге. С помощью платформы WordPress мы свободно реализовали регистрацию на сайте ППО ВоГУ и в июне 2015 года планируем запустить сайт.

Благодаря регистрации пользователей возможно сократить количество заполняемых граф заявления, т.к. большинство информации можно брать из учетной записи студента. По результатам наполнения БД нашего сайта можно делать аналитику, например, выбирать самые заполняемые смены санатория или отслеживать студентов, не являющихся членами Профсоюза.

1. Wordpress [Электронный ресурс]: главная страница. – Режим доступа: <https://ru.wordpress.org>.

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ СОСТАВЛЕНИИ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДОКУМЕНТОВ**

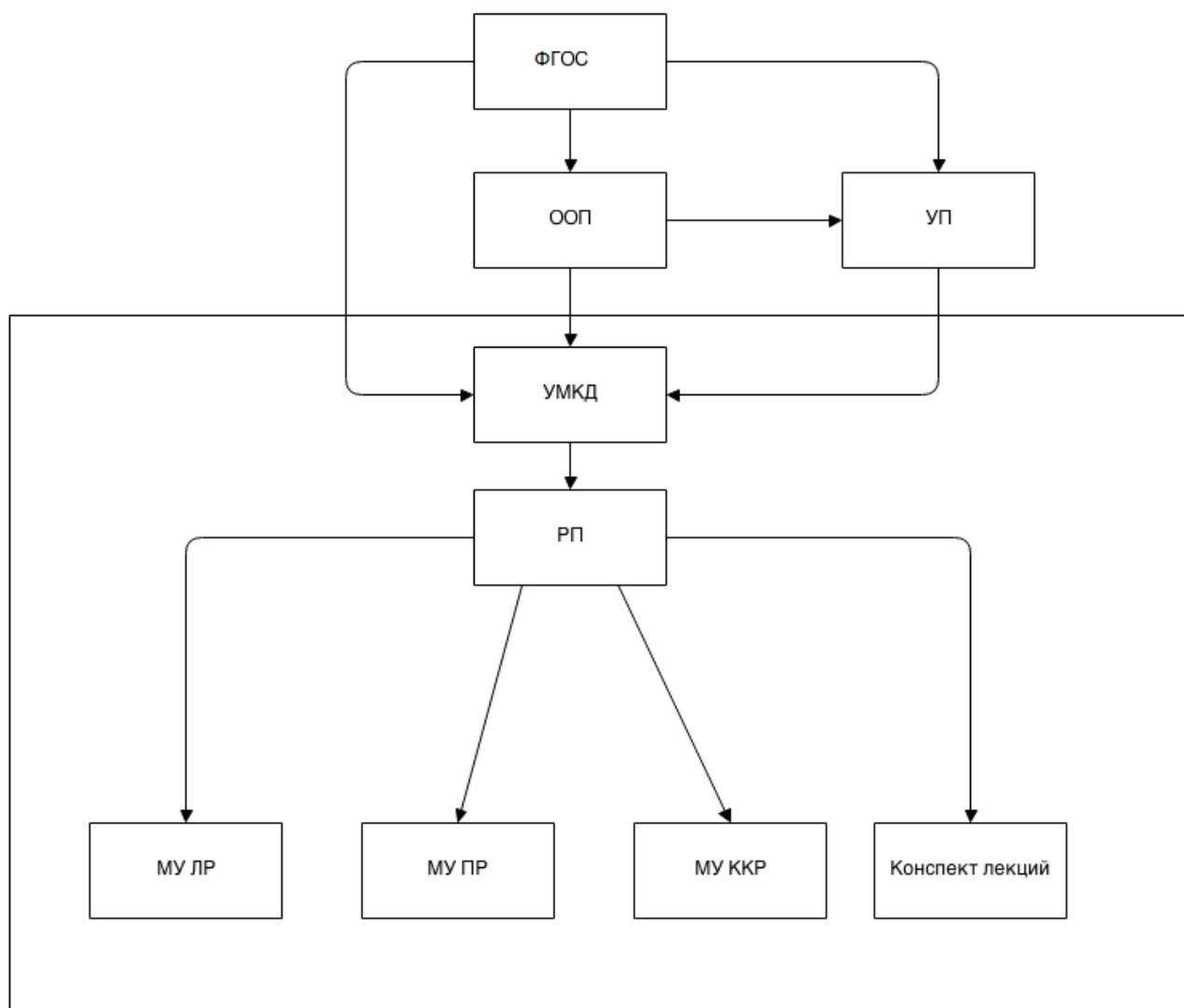
*Р.С. Федечкин*

*А.Б. Орлов, научный руководитель, д-р техн. наук, профессор*

*Тульский государственный университет*

*г. Тула*

В связи с частым изменением образовательных стандартов, учебные планы требуют затраты на их корректировку и изменение. Поэтому нужно разработать автоматизированную систему, которая бы без вмешательства человека производила необходимые изменения в учебно-методический комплекс документов (УМКД) [1]. В учебно-методический комплекс документов входят рабочий план (РП), методические указания к лабораторным работам (МУ ЛР), к практическим работам (МУ ПР), методические указания по выполнению контрольно-курсовой работы (МУ ККР), конспект лекций (рис. 1).



*Рис. 1. Структурирование текстовой информации из документов, регламентирующих учебный процесс*

Извлечение информации (Text Mining [2]) из документов, на основе которых составляется УМКД, упрощается, так как они содержат ограниченную лексику. Для таких документов упрощается создание алгоритмов преобразования их к стандартизованному виду. Стандартизованную информацию проще обрабатывать, хранить и можно использовать в различных целях.

Система извлечения и структурирования информации будет выглядеть, как показано на рис. 2.

Модуль диалога с пользователем позволяет выбрать документ, который необходимо структурировать. Модуль разбора извлекает нужную информацию из документа, основываясь на базу знаний. Модуль структурирования структурирует полученную информацию и хранит ее в базе данных, для дальнейших операций.

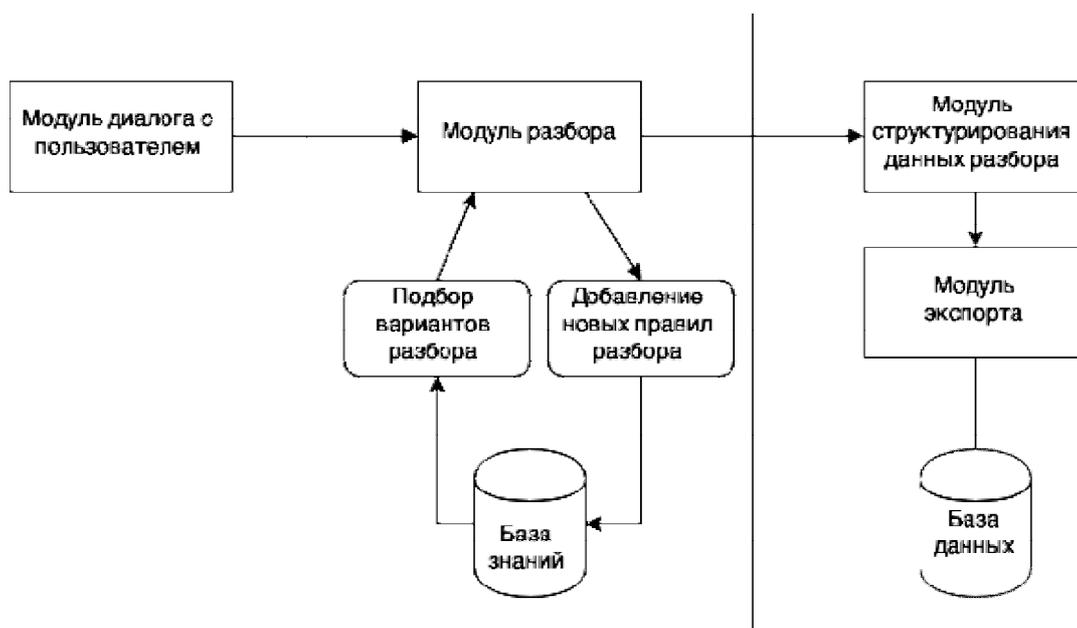


Рис. 2. Структура извлечения и структурирования информации из специализированных текстов

Использование этой системы позволит исключить обработку документов, регламентирующих учебный процесс, вручную, что значительно увеличит скорость обработки, использовать менее квалифицированные кадры для разработки учебно-методического комплекса документов, т. е. повысить эффективной работы.

1. УМК, рекомендации по разработке [Электронный ресурс] : Сайт Бийского технологического института. – Режим доступа: <http://www.bti.secna.ru/teacher/umk>.

2. Технология анализа данных: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP / А.А. Барсегян, М.С. Куприянов, В.В. Степаненко, И.И. Холод. – 2-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2007. – 384 с.

## ОСОБЕННОСТИ ЦИФРОВОЙ ПОДСТАНЦИИ

*А.А. Бажанова*

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

Цифровая подстанция – это подстанция, оснащенная комплексом цифровых устройств, обеспечивающих функционирование систем релейной защиты и автоматики, учета электроэнергии, АСУ ТП, регистрации аварийных событий по стандарту МЭК 61850.

МЭК 61850 появился в 2003 г. и является международным стандартом для Ethernet коммуникаций на подстанциях. Описывает свод правил для организации событийного протокола передачи данных. Его основная цель заключается в обеспечении совместимости оборудования, выпускаемого различными производителями.

Область применения стандарта – системы связи внутри подстанции. Стандарт имеет 10 разделов.

МЭК 61850 определяет специальные модели данных (сигналы и функции), поддерживающие реализацию всех функций, необходимых на подстанции. Это значительно увеличивает время использования и устранения зависимости от одного поставщика.

К достоинствам можно отнести:

- возможность самодиагностики и постоянный мониторинг всего оборудования;
- снижение затрат на персонал по содержанию оборудования;
- оборудование может работать максимально близко к допустимым пределам;
- использование оптоволоконного кабеля вместо медного снижает длительность и стоимость простоя подстанций в процессе реконструкции вторичного оборудования;

Структура цифровой подстанции может быть разделена на три уровня:

### 1. Уровень первичного оборудования

На этом уровне измерения в реальном времени и другие данные периодически передаются от первичного оборудования и встроенных датчиков через шины процесса устройствам, которые выполняют свои функции на основе этих измерений.

Устройства сопряжения с шиной (Mergingunits) собирают и конвертируют измерения, дискретные информационные сигналы и сигналы управления от первичного оборудования в формат GOOSE сообщений и SV потоков.

### 2. Уровень ячейки

Устройства между шиной процесса и станционной шиной называются «вторичным оборудованием». В цифровой подстанции это, так называемые, интеллектуальные электронные устройства (IED): терминалы РЗА, контроллеры присоединений, Ethernet сеть, устройства синхронизации времени, приложения по обеспечению кибернетической безопасности и шкафы, в которых оборудование было смонтировано, настроено и запитано.

### 3. Станционный уровень – реализация АСУ ТП

Информация распределяется между локальными и удаленными операторами, это позволяет отображать текущее состояние подстанции в реальном времени.

GOOSE – механизм связи, предназначен для быстрой передачи информации о событиях на подстанции (команды на отключение, сигналы предупреждения). Время передачи одного пакета данных GOOSE сообщения не превышает 0,001 секунды. GOOSE заменяет кабели связи.

GOOSE сообщения передают сигналы между терминалами по одному оптическому кабелю или одному кабелю Ethernet. Между терминалами фактически передаются значения «истина» и «ложь» (или логический «ноль» и «единица»).

MMS. Передача измерений и дискретных сигналов от устройств РЗА в систему АСУ ТП производится по протоколу MMS (с использованием сервисов буферизированных и небуферизированных отчетов).

Протокол PRP – параллельное резервирование (МЭК 62439 – 3).

Резервирование каналов и резервных линий позволяет системе оставаться работоспособной на период ремонта узла, вышедшего из строя. В основе подхода – существование минимум двух одновременно активных соединений между двумя узлами сети, т.о., что отправитель информации посылает кадры данных синхронно по 2-м Ethernet – каналам. Получатель с помощью протокола резервирования принимает первый кадр данных и отклоняет второй. Если второй кадр данных не получен, адресат делает вывод об обрыве связи в соответствующем канале. Преимущество PRP состоит в том, что отсутствует даже малое время переключения с основного на резервный канал связи. (Условие: обе подсети не могут отказать одновременно).

Протокол HSR – кольцевое резервирование (МЭК 62439 – 3).

Это продолжение протокола PRP, он разработан для кольцевой топологии сети.

Протокол PTP был изначально определен как стандарт IEEE 1588—2002. IEEE 1588 – стандарт, позволяющий синхронизировать часы распределенных устройств в сети. Протокол IEEE 1588 — это новый способ для передачи сигнала точного времени и частоты по сети с пакетной передачей.

Приемник УССВ (устройство синхронизации системного времени) выполняет функцию приема и передачи цифровых сигналов со спутников в целях автоматической коррекции системного времени автоматизированных систем учета потребления (выдачи) электрической энергии и мощности.

## ПРЕДПРИЯТИЕ КАК ОБЪЕКТ УПРАВЛЕНИЯ В КОНТЕКСТЕ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

*Е.А. Бахтенко*

*А.А. Суконщиков, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Предприятие – это, прежде всего самостоятельный, организационно обособленный хозяйствующий субъект производственной сферы народного хозяйства. Промышленное предприятие производит и реализует продукцию. Одним из путей решения задачи по повышению эффективности бизнеса является применение новых технологий управления, которые направлены на интеграцию отдельных подсистем, объединением их в единую систему [1]. Достижение этой цели возможно после построения эффективной системы управления предприятием. Будем трактовать понятие «управление» как процесс целенаправленного воздействия на объект (систему) с целью изменения его состояния, согласно заданным заранее закономерностям.

Прогресс управления - это совокупность циклических действий, связанных с выявлением проблем, поиском и организацией выполнения принятых решений. В этом определении основным моментом является управленческое решение, на разработку, принятие и выполнение которого направляются усилия и организационная деятельность аппарата управления [2].

Главной задачей управления является обеспечение роста эффективности производства на основе постоянного совершенствования технического уровня, форм и методов управления, повышение производительности важнейших условий получения и наращивания доходов предприятия.

В основе управления предприятием лежат принципы, под которыми принято понимать руководящие нормы и правила, положенные в основу решения задач, связанных с управлением. Важнейшими принципами организации управления производством являются: принцип целевой совместимости и сосредоточения; принцип непрерывности и надежности; принцип планомерности, пропорциональности и динамизма; демократический принцип распределения функций управления; принцип научной обоснованности управления; принцип эффективности управления; принцип совместимости личных, коллективных и государственных интересов; принцип контроля и проверки исполнения принятых решений.

Процесс управления предприятием рассматривается на двух уровнях: процесс производства продукции (работ) и иерархическая надстройка административного управления процессом производства. Первый уровень представляет собой технологические процессы, где на входе находятся ресурсы предприятия (технико-технологические, материальные, трудовые, информацион-

ные, финансовые), а на выходе - готовая продукция, выполненные работы. На втором уровне представления реализуются административные процессы.

Производственная деятельность предприятия, в сравнительно стабильной внешней среде, предполагает построение системы административных бизнес-процессов, исходя из планируемых технологических процессов, осуществляемых на этапе проектирования предприятия. Однако требования рынка к качеству продукции возрастают, сокращаются сроки выполнения заказов, изменяется номенклатура выпускаемой продукции, что значительно корректирует процесс функционирования предприятия. Это приводит к изменениям технологических процессов, к расширению функций управления, меняется содержание и качество функций лица, принимающего решения (ЛПР), а также система организационных связей между ними.

Процесс управления должен осуществляться на основе принципов системного подхода, так как он представляет собой совокупность многих взаимосвязанных процессов. В производственных системах управление направлено на организацию деятельности персонала, что позволяет достигать поставленные цели.

В процессе выполнения функций управления приходится принимать большое количество управленческих решений, осуществляя планирование, организацию работы, мотивацию людей, контролировать и координировать все происходящие в организации процессы. Поэтому управление в организационно-технических системах можно представить как последовательность функций, составляющих технологический цикл управления. Под функцией управления понимают устойчивую упорядоченную совокупность операций, основанную на разделении труда в управляющей системе.

Анализ существующих подходов к СУ позволил оформить для нее общее определение: система управления представляет совокупность всех элементов, подсистем и коммуникаций между ними, а также процессов, обеспечивающих заданное функционирование организации. СУ - это сложное образование процессов и явлений, совершенствование которого может идти с различной степенью детализации. Системный подход применяется как способ упорядочения управленческих проблем, благодаря которому осуществляется их структурирование, определяются цели решения, выбираются варианты, устанавливаются взаимосвязи и зависимости элементов проблем, а также факторы и условия, оказывающие воздействие на их решение.

1. Бахтенко Е.А. Технологии по оперативной информационной поддержке выездных бригад промышленных предприятий: сборник с материалами VII Международной заочной научно-практической конференции «Научная дискуссия: вопросы технических наук» - Москва, 2013.

2. ГОСТ Р ИСО 10303-1-99. Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 1. Общие представления и основополагающие принципы [Текст]. - Москва : Стандартинформ, 2001.

## БЛОК ДИНАМИЧЕСКОГО ТОРМОЖЕНИЯ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ ПИЛЬНОГО АГРЕГАТА

*А.А. Бороухин*

*А.М. Водовозов, научный руководитель, канд. техн. наук, профессор*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Разрабатываемый блок динамического торможения асинхронного двигателя мощностью 45 кВт необходим для обеспечения безопасных условий работы пильного агрегата.

В силовой части блока предусмотрен тиристорно-диодный модуль (рис. 1) с блоком управления на базе программируемого микроконтроллера.

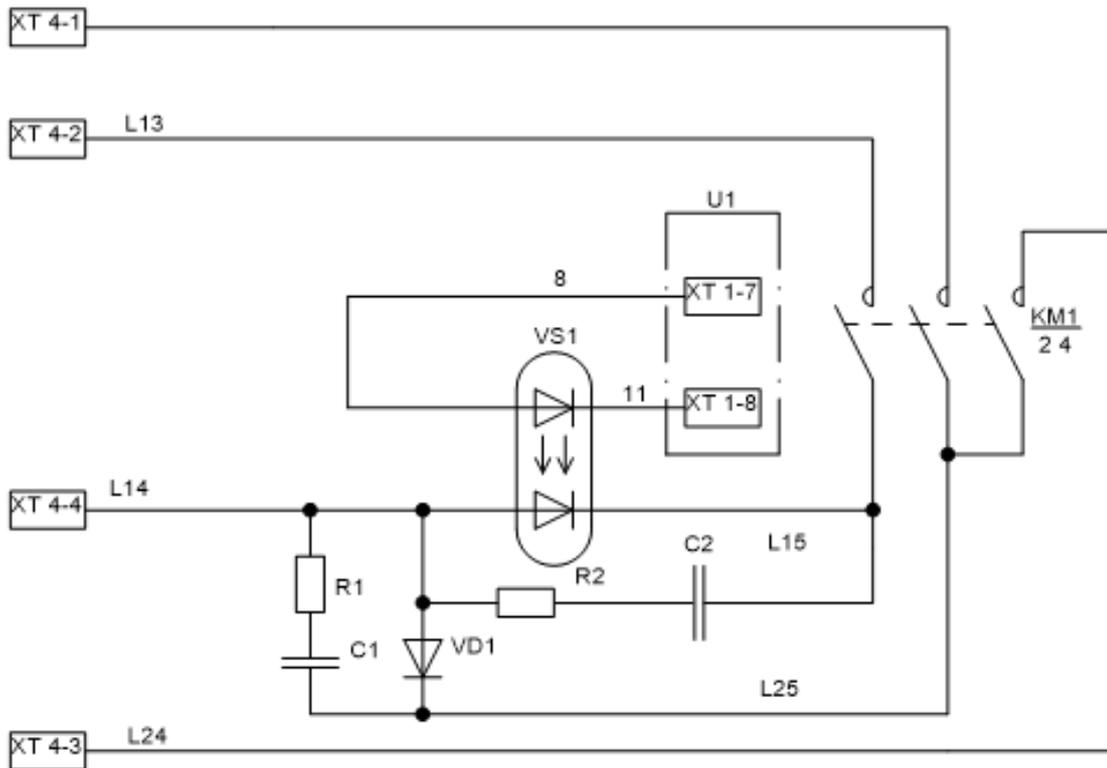


Рис. 1. Силовая часть блока динамического торможения

Процесс торможения программируется по 4-м параметрам: время торможения, скорость нарастания напряжения торможения, максимальное напряжения торможения и начальное напряжение торможения.

Время торможения вычисляется по формуле (1), диапазон продолжительности торможения: 2-6 с [1].

$$t_{\text{д.т.}} = \frac{T_{\text{Om}}}{k_{\text{д}}} \left(1 + \frac{1}{s_k}\right) \quad (1)$$

Скорость нарастания напряжения торможения регулируется от 5-50 В/с.

Начальное напряжение торможения, необходимое для открытия тиристора рассчитывается по формуле (2), диапазон начального напряжения: 10-60 В. [1].

$$U_{\text{нач}} = U_n * \sin \alpha . \quad (2)$$

Осциллограмма процесса торможения представлена на рис. 2.

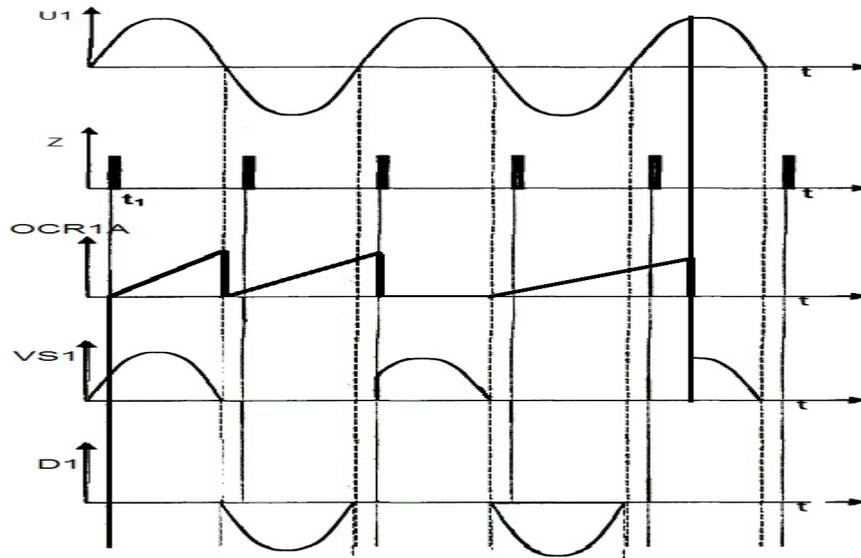


Рис. 2. Осциллограммы процесса торможения

Алгоритм программирования параметров изображён на рис. 3.

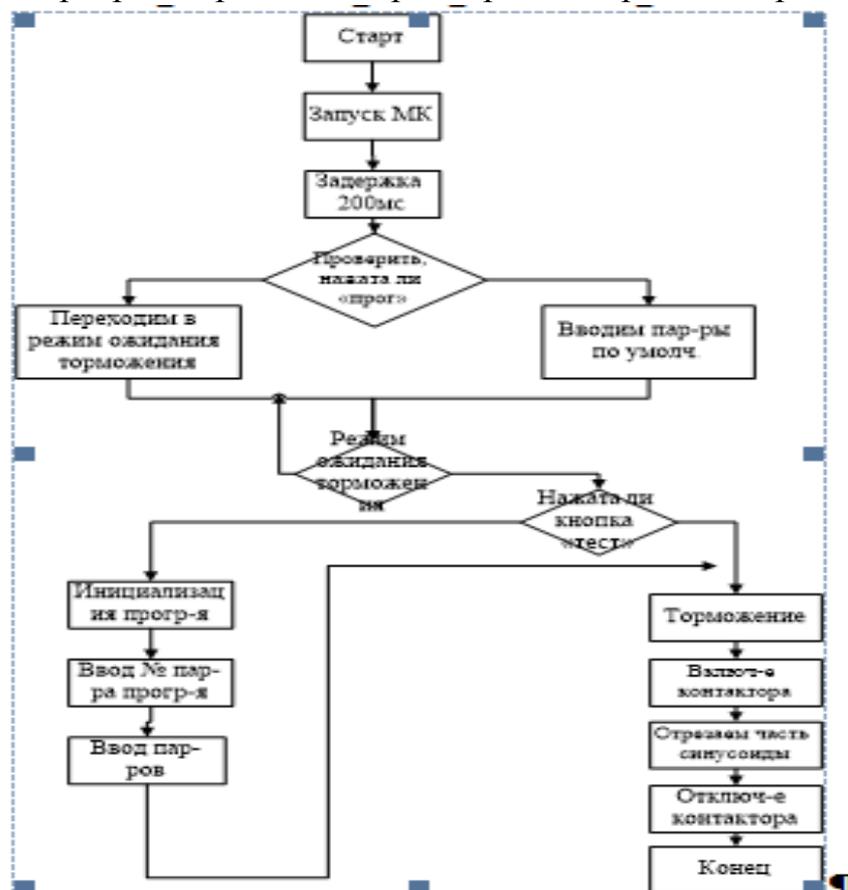


Рис. 3. Алгоритм работы системы

Разработанный блок позволяет получить плавное увеличение тормозного момента для исключения ударных нагрузок на элементы привода и механизма, может быть настроен на двигатель любой мощности.

1. Мейстель, А.М. Динамическое торможение приводов с асинхронными двигателями : учеб. для вузов / А.М. Мейстель. – Москва : Энергия, 1967. – 136 с.

## **АДАПТАЦИЯ УСТРОЙСТВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ В ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

***П.В. Вагайский***

***С.С. Бодрухина***, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент  
Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
г. Москва

Создание современных систем релейной защиты и автоматики (РЗА) является важным направлением для обеспечения устойчивой и надежной работы потребителей электрической энергии.

На сегодняшний день в области эксплуатации устройств РЗА выделяются следующие основные задачи:

- поддержка в работоспособном состоянии существующих систем;
- своевременная диагностика и замена морально и физически устаревших устройств РЗА;
- применение устройств РЗ, отвечающих современным требованиям.

Решить поставленные задачи можно путем внедрения современных устройств РЗА, выполненных на микропроцессорной (МП) элементной базе. Микропроцессорные устройства релейной защиты (МУРЗ) и автоматики нашли широкое применение при защите электротехнических установок в странах СНГ и дальнего зарубежья [1].

На кафедре электроснабжения промышленных предприятий Национального исследовательского университета «МЭИ» существует лаборатория по исследованию МП терминалов релейной защиты Schneider Electric. В рамках учебной программы проводятся занятия и лабораторные работы на демонстрационных терминалах серии Seram для ознакомления студентов и преподавателей с современными устройствами релейной защиты и их возможностями.

В лаборатории при работе с представленными терминалами был произведен анализ, который позволил не только оценить преимущества МП устройств, но и выявить серьезные недостатки. Например, в терминалах Seram 80 ввод логики и основных характеристик присоединения защищен паролем «Параметрирование». Ввод функций и уставок защищен паролем «Настройка». Для

наладки Seram 80 на месте эксплуатации приходится открыть полный доступ к терминалу. Из-за этого вообще теряет всякий смысл принцип допуска с паролями. К недостаткам можно отнести и отсутствие в серии Seram 80 функций дифференциальной защиты трехобмоточных трансформаторов и шин.

Проводятся исследования и моделирование дифференциальной защиты трансформатора на базе терминала Seram 80 (рис.).

В настоящее время при реконструкции или проектировании новых энергетических узлов предусматривается установка МП защит вместо защит на базе электромеханических реле. Однако полный отказ от электромеханики обоснован не в полной мере, так как имеющийся опыт эксплуатации микропроцессорных защит выявил ряд существенных недостатков.

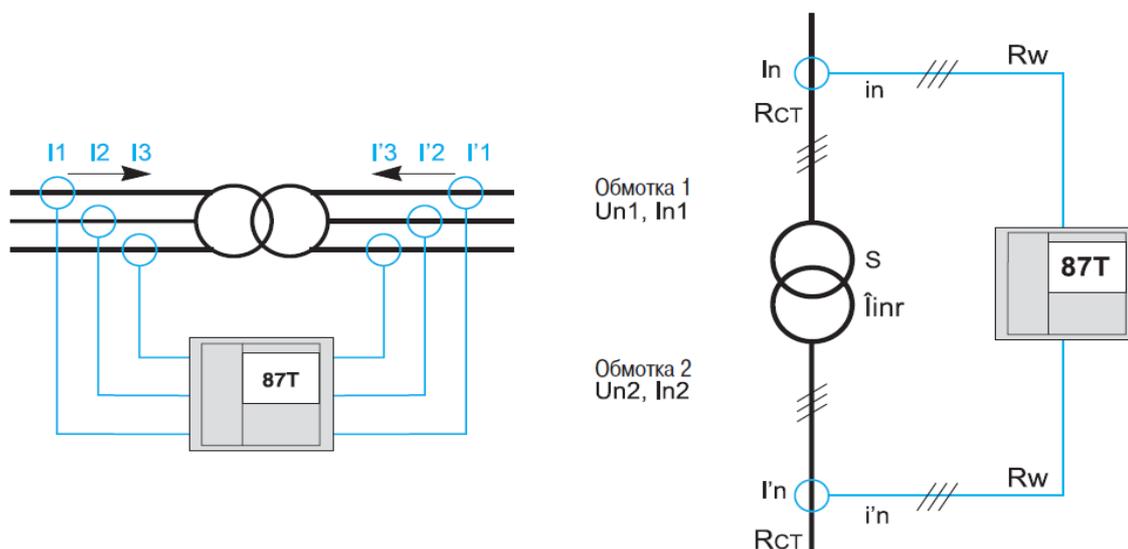


Рис. Дифференциальная защита трансформатора на базе терминала Seram 87T

В связи с появлением МУРЗ появились новые проблемы, требующие решения, среди них особенно актуальны: резервирование МУРЗ, запасные части и комплектующие, количество функций в одном устройстве, человеческий фактор, критерии электромагнитной совместимости, требования к конструкции, параметрам и программному обеспечению МУРЗ [2].

Обратимся к ситуации с электромеханическими реле, сложившейся в 70-80-х годах. Под напором стремительно развивавшихся полупроводниковых технологий заводы, производившие реле на электромеханической элементной базе, в срочном порядке переходили на полупроводниковые защиты.

Однако выпуск электромеханических реле был восстановлен. Модернизированные контактные материалы и сплавы, новые пластмассы и лаки позволили резко уменьшить размеры и повысить надежность электромеханических реле. Сегодня понятно, что полупроводниковые реле могут занять лишь определенную нишу, но не способны полностью вытеснить электромеханические реле. Если провести аналогию с ситуацией, возникшей с приходом полупро-

водниковых устройств релейной защиты, можно предположить, что МУРЗ надлежит занять определённую нишу, создать здоровую конкуренцию, однако полностью вытеснить электромеханические аналоги в современных реалиях не представляется возможным.

На данный момент при реконструкции и проектировании новых ПС и РП повсеместно закладываются МП защиты. Очевидно, что выработка руководящих указаний в области проектирования, создание и эксплуатация МП устройств РЗА должны жестко регламентироваться.

1. Гуревич В.И. Еще раз о надежности микропроцессорных устройств релейной защиты // Электротехнический рынок. – 2012. – № 3 (29). – С. 40–45.

2. Нудельман Г. С., Шалин А. И. Микропроцессорные системы РЗА. Оценка эффективности и надежности. – Новости электротехники. – 2008. – № 3 (51).

## РАЗРАБОТКА ПРЯМОТОЧНОЙ МИКРОГЭС МАЛОЙ МОЩНОСТИ

*Е.О. Ваганов*

*А.С. Елюков, научный руководитель, ст. преподаватель  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Одним из наиболее эффективных направлений развития нетрадиционной энергетики является использование энергии небольших водотоков с помощью микрогэс. Гидроэлектростанции малой мощности обладают целым рядом преимуществ, которые делают это оборудование все более популярным. Прежде всего, стоит отметить экологическую безопасность минигэс – критерий, который становится все более важным в свете проблем защиты окружающей среды. Кроме того, для работы малых ГЭС нет необходимости в наличии больших водоемов. Они могут функционировать, используя энергию течения небольших рек и даже ручьев.

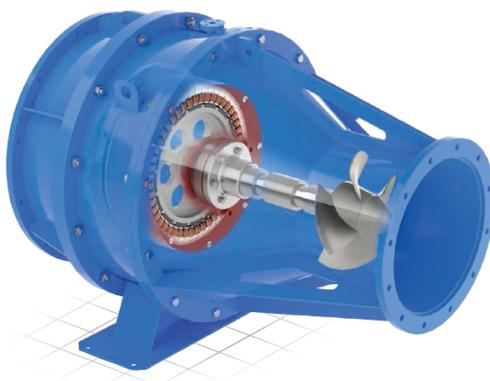
Что касается экономической эффективности, то и здесь у микро гидроэлектростанций есть немало преимуществ. Станции, разработанные с учетом современных технологий, отличаются простой в управлении, они полностью автоматизированы. Таким образом, оборудование не требуют присутствия человека. Говоря о малых гидроэлектростанциях, стоит отметить и такое их преимущество, как полный ресурс их работы, который составляет не менее 40 лет.

Малая энергетика - это на сегодняшний день наиболее экономичное решение энергетических проблем для территорий, относящихся к зонам децентрализованного электроснабжения, которые составляют более 70% территории

России. Обеспечение энергией удаленных и энергодефицитных регионов требует значительных затрат. И здесь далеко не всегда выгодно использовать мощности существующей федеральной энергосистемы. Гораздо экономичнее развивать мощности малой энергетики, экономический потенциал которой в России превышает потенциал таких возобновляемых источников энергии, как ветер, солнце и биомасса, вместе взятых.

Микрогэс, работающие на территории РФ, используют асинхронные генераторы, поэтому имеют ряд недостатков: требуется трёхкратный запас мощности (асинхронный генератор не выдерживает пиковых нагрузок), для генерации энергии необходима стабильная частота вращения ротора (компенсация переменного напора воды усложняет конструкцию ротора), выработка электричества начинается на оборотах более 900 об/мин. (устанавливается редуктор, снижая КПД системы), требуется возведение комплекса специальных помещений.

Предлагается использовать синхронный генератор на постоянных магнитах НПО «ШТОРМ». Выбор объясняется тем, что проектируется прямоточная микрогэс мощностью 5кВт и характеристики генератора полностью соответствуют заявленному диапазону мощности. Прямоточные микроГЭС обладают рядом преимуществ: генерируют электричество для конечного потребителя, генерируют электричество в общую сеть, встраиваются в существующие системы водопотребления и устанавливаются на простой фундамент, встраиваются в системы водосброса предприятий и устанавливаются под землю, эффективно работают при больших расходах за счет параллельной установки нескольких агрегатов, эффективно работают при больших напорах за счет каскадной установки нескольких агрегатов, не имеют сложных механических передач, генерируют стабилизированное выходное напряжение независимо от изменяющегося потока воды, напора и нагрузки сети, вырабатывают от 2 до 100 кВт электроэнергии, работают в широком диапазоне напоров и расходов воды.



*Рис. 1. Генератор на постоянных магнитах НПО «ШТОРМ»*

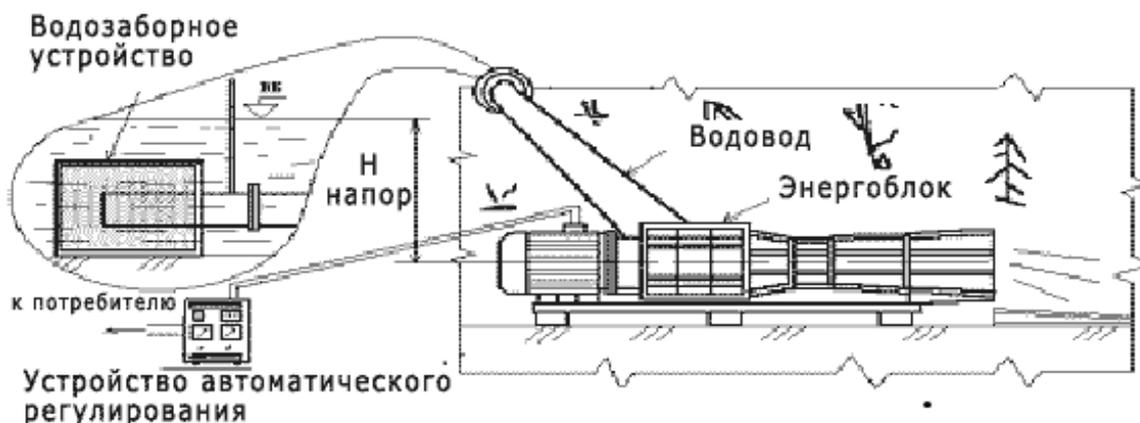


Рис. 2. Общая конструкция микрогЭС

1. Куликова Л.В. Основы использования возобновляемых источников энергии. [Электронный ресурс]. – Электрон.дан. – Москва, [2008]. – Режим доступа: [http://ecoclub.nsu.ru/altenergy/common/common2\\_1\\_1.shtm](http://ecoclub.nsu.ru/altenergy/common/common2_1_1.shtm). - Загл. с экрана.

## О ВОЗМОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДЕЛЬТАЛЕТА С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ

*Д.А. Васичев*

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

Человек всегда хотел в небо. История воздухоплавания берет свое начало с изобретением в 1783 году воздушного шара (аэростата) братьями Монгольфье. Потом были первые дирижабли (аэростаты с двигателем), планеры, бипланы, самолеты, вертолеты.

Примерно в 70-е годы XX века окончательно сформировалось и выдвинулось направление дельтапланеризма, которое было официально признано Международной авиационной федерацией в 1974 году. Дельтаплан представляет собой летательный аппарат тяжелее воздуха, выполненный по схеме бесхвостка (летающее крыло) со стреловидным крылом, управление полётом которого осуществляется смещением центра масс за счёт перемещения пилота относительно точки подвески. Изначально конструкция дельтаплана предполагала старт с ног и посадку на ноги. В настоящее время существуют дельтапланы с мотодвигателем (мотодельтапланы). Такая конструкция включает специальные усиленные дельтапланерные крылья, которые крепятся на стойку тележки на колёсах, на которой смонтированы кресла для пилота, пассажира и двигатель.

В настоящее время в России достаточно широко распространены дельталеты с облегченными авиационными и автомобильными двигателями внутреннего сгорания (ДВС). ДВС по многим характеристикам проигрывает электроприводу (ЭП). В частности электрический двигатель обладает лучшими характеристиками форсирования.

Стоит отметить, что на настоящий момент нет дельтапланов с применением электрического привода. Поэтому построение модели дельталета с ЭП является, по сути, нетривиальной задачей. Новизна заключается в использовании нового источника энергии в качестве толкающей силы.

Энергетический аспект. Из оценки аэродинамических свойств дельталета, а также анализа существующих решений мотодельтапланов, можно сделать вывод, что минимальная необходимая мощность двигателя для подъема собственного веса, веса тележки и пилота должна быть не менее 20 кВт.

Нужно учитывать, что в небе у нас нет возможности питаться от цепи переменного электрического тока. Чтобы не выполнять преобразование энергии будем использовать двигатель постоянного тока (ДПТ). Классический ДПТ мощностью порядка 20 кВт будет иметь массу порядка 300 – 500 кг, а также внушительные габариты. Приведенные массогабаритные показатели делают задачу подъема дельталета в небо практически неосуществимой. Решается проблема путем использования облегченного бесколлекторного двигателя постоянного тока (БДПТ). Часто применяется английская терминология BLDC-двигатель (BrushLess Direct Current motor). Как видно из названия, традиционный для ДПТ щеточно-коллекторный узел (ЩКУ) здесь отсутствует, что, несомненно, дает ряд преимуществ, но и накладывает дополнительные вопросы по управлению двигателем.

Для создания первой модели дельталета с использованием электрического привода был выбран бесщёточный электродвигатель постоянного тока (BLDC) мощностью 20 кВт с жидкостным охлаждением НРМ-20KW. Для управления данным двигателем используется синусный контроллер VEC700.

В качестве источника энергии предполагается использовать аккумуляторы. Для определения характеристик питающих батарей рассчитаем ток двигателя по формуле:

$$I = \frac{1000 \cdot P_n}{\sqrt{3} \cdot (\eta_n \cdot U_n \cdot \cos \varphi_n)},$$

где  $P_n$  – номинальная мощность электродвигателя, кВт;

$U_n$  – номинальное напряжение электродвигателя, В;

$\eta_n$  – номинальный коэффициент полезного действия двигателя;

$\cos \varphi_n$  – номинальный коэффициент мощности двигателя.

Используя номинальные данные двигателя НРМ-20KW, по формуле получим ток двигателя равный примерно 33 А. То есть, для того чтобы обеспе-

чить питание двигателя на час, понадобятся батареи с напряжением питания 48 В и емкостью не менее 30 А·ч.

В настоящее время наиболее популярны литий-ионные батареи. Исходя из массогабаритных показателей и необходимой емкости самой батареи, были выбраны литий-феррум-фосфатные ( $\text{LiFePO}_4$ ) аккумуляторы – LFP4830M.

Таким образом, использование двигателя НРМ-20KW с батареей LFP4830M покрывает необходимые затраты мощности на подъем дельталета в небо и обеспечение не менее часа полета. Время полета можно легко увеличить, добавив дополнительные батареи.

Экономический аспект. Аналогом описанной выше модели дельталета может служить французский мотодельтаплан Pixel с двигателем Polini Thor 200. Для обеспечения часа полета Pixel необходимо 6-8 литров бензина АИ-95. Для обеспечения того же часа полета дельталета с электрическим приводом понадобится заряженная батарея на 30 А·ч. Для того чтобы полностью зарядить батарею, нам понадобится 1,5 кВт·ч энергии. На момент написания статьи литр АИ-95 стоил 35 руб., 1 кВт·ч - 3,5 руб. Выполнив расчеты, получим следующую стоимость полета для мотодельтаплана – 300 руб., для дельталета с ЭП – 6 руб. Разница в 50 раз! На фоне постоянно растущих цен на топливо дельталеты с электродвигателем в экономическом аспекте будут смотреться весьма привлекательно.

1. Бартош Ф. Бесколлекторные двигатели с постоянными магнитами // Сервомоторы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://servomotors.ru> .

2. Козьмин В. В. Дельтапланы / В. В. Козьмин, И. В. Кротов // Москва : ДОСААФ, 1989. – 272 с.: ил.

## ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДАЛЬНИХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

*Е.А. Ворошнина*

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

Для наглядного представления некоторых особенностей дальних линий электропередач сверхвысокого напряжения может быть использовано математическое моделирование.

Одной из основных особенностей анализа режима дальних линий электропередачи является необходимость рассматривать не только условия по концам линии, но и распределение напряжения и тока вдоль линии. Предста-

вив некоторую линию с номинальным напряжением 500 кВ длиной 487 км П-образной схемой замещения, рассчитаем ее параметры с учетом и без учёта волновых свойств линии.

Погрешности при расчете без учета распределенности параметров активного сопротивления составили 9,88%, реактивного сопротивления  $-4,47\%$ .

Распределенность параметров можно не учитывать при длине линии менее 300 км, при большей протяженности передачи неучёт волновых свойств линии может дать большую погрешность.

Режим холостого хода ЛЭП СВН сопровождается наличием большой избыточной реактивной мощности, генерируемой линией, и повышением напряжения [1]. Например, для линии с номинальным напряжением 500 кВ, выполненной проводом АС-330/43, длиной 487 км распределение напряжения вдоль некомпенсированной линии передачи изображено на рисунке.

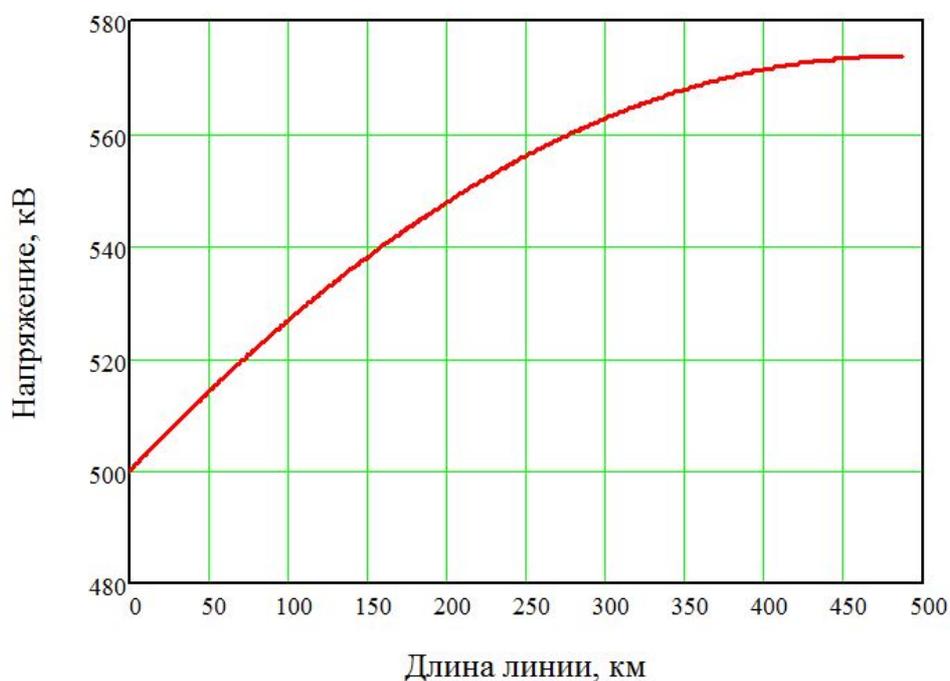


Рис. Распределение напряжения при одностороннем включении на холостой ход

Напряжение в конце линии в данных условиях составляет 573,8 кВ, что превышает допустимое значение 525 кВ для данного класса напряжения. Для нормализации напряжения и осуществления допустимого режима холостого хода, необходима установка специальных средств компенсации зарядной мощности линии. Для рассматриваемого варианта установка трехфазной группы реакторов в конце линии, суммарной мощностью 180 МВАр, позволяет изменить распределение напряжения вдоль линии и снизить максимальное значение напряжения до 524 кВ.

Для линий СВН имеет место проблема наведенного напряжения, которое может служить причиной электротравм.

Наведенное напряжение от рассматриваемой ЛЭП на линию того же класса напряжения, находящуюся на расстоянии не более 30 м на участке влияния 27 км, составит порядка 45В, что превышает допустимое значение в 25В. Расчет наведенного напряжения проведен согласно [2].

Учёт особенностей дальних электропередач обеспечит возможность транспорта больших объемов электроэнергии на значительные расстояния, безопасность работы эксплуатирующего персонала и электрооборудования.

1. Коржов А.В. Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения: учебное пособие для самостоятельной работы/А.В. Коржов.– Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. – 76 с.

2. Методические указания по определению наведенного напряжения на отключенных воздушных линиях, находящихся вблизи действующих ВЛ: СТО 56947007-29.240.55.018-2009: утв. Распоряжением ОАО «ФСК ЕЭС» от 22.01.2009 № 20р: введ. 22.01.2009.

## РАЗРАБОТКА СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ ОГРАНИЧЕНИЯ ТОКОВ ОДНОФАЗНОГО ЗАМЫКАНИЯ

*Э.А. Гужуманюк*

*В.А. Воробьев, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В данной статье рассматривается вопрос снижения последствий однофазного замыкания на землю (ОЗЗ) в сетях среднего напряжения с изолированной нейтралью.

При неметаллическом замыкании на землю в месте замыкания возникает перемежающаяся дуга, которая сопровождается повторными гашениями и зажиганиями. Наличие значительного тока в дуге развитых кабельных сетей приводит к переходу однофазных замыканий в двух- и трехфазные короткие замыкания и отключению электроприемников [1].

Для уменьшения последствий ОЗЗ предлагается применять однофазные тиристорные выключатели, установленные в центре питания [2].

Эти выключатели обладают рядом достоинств:

- 1) высокое быстродействие;
- 2) быстрое выключение при ликвидации дуги;
- 3) многократность выполнения функций.

Преимуществами метода шунтирования замыкания на землю однополюсным заземляющим тиристорным выключателем являются:

1) при включении заземляющего тиристорного выключателя не протекает ток в месте замыкания, за счет чего предотвращается дальнейшее разрушение оборудования;

2) уровни перенапряжений на неповрежденных фазах ограничиваются линейным напряжением сети, что снижает риск переходов ОЗЗ в междуфазные КЗ;

3) улучшаются условия электробезопасности, поскольку значения напряжения прикосновения, как правило, не превышают допустимых уровней.

Рассмотрим алгоритм действия тиристорных выключателей.

При возникновении в произвольной точке сети однофазного замыкания на землю с помощью микропроцессорных устройств релейной защиты осуществляется определение аварийной фазы. Следующим шагом является глухое заземление поврежденной фазы в центре питания однофазным тиристорным выключателем, срабатывающим с минимально возможной выдержкой времени. Далее фаза, на которой произошло короткое замыкание снова включается в работу. Если ОЗЗ не устранилось, то устройства РЗА должны отключить поврежденный фидер, чтобы избежать негативных последствий при длительном сохранении однофазного замыкания на землю в сети с изолированной нейтралью. Отключение поврежденного фидера осуществляется путем создания двухфазного замыкания. Для этого необходимо включить тиристорный выключатель на шинах распределительного пункта неповрежденной фазы, после чего возникнет двухфазное короткое замыкание и устройства РЗА его отключат.

Таким образом, с помощью тиристорных выключателей можно не только снизить негативные последствия замыканий, но и определить место повреждения по зафиксированным средствами РЗА токам и напряжениям при двухфазном коротком замыкании.

1. Телегин А.В. Проблематика замыканий на землю и режим заземления нейтрали в сетях среднего напряжения стран Европы и Америки / А.В. Телегин, А.И. Ширковец // Релейная защита и автоматизация – научно-практическое издание. – 2012. – №3 – Чебоксары: ООО «РИЦ «СРЗАУ»». – С. 30-39.

2. Чэнь Вэй-сянь. Новый способ гашения дуги однофазного короткого замыкания в сетях с изолированной нейтралью / Чэнь Вэй-сянь, Чень Хо // Электричество: Теоретический и научно-практический журнал. – 2009. – №1. – С. 54-57.

## СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КВАДРОКОПТЕРА

*И.В. Двойнишников*

*Д.А. Колесниченко, научный руководитель, ст. преподаватель  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

В работе рассматривается реализации алгоритма для обработки сигналов с нескольких стандартных датчиков, входящих в состав навигационной системы, для решения задачи стабилизации высоты полета летательного аппарата. В качестве платы управления выбирается Arduino и проект с открытым программным кодом MultiWii. Он полностью открытый, динамично развивается, но в нем пока есть «белые пятна». Например, неудовлетворительно работает стабилизация положения по высоте. Далее рассматривается возможность улучшения характеристик без замены базового оборудования системы.

Имеется стандартный набор сенсоров: довольно хорошие 3-осевые гироскопы, 3-осевые акселерометры, средний по качеству 3-осевой магнетометр, средний или плохой барометр.

Теперь можно перейти к основной теме, то есть постараться улучшить результаты, которые выдает барометр, чтобы их можно было использовать при реализации ПИД-регулятора. Для этого показания должны поступать без задержек, быть точными в короткой перспективе и иметь минимальную девиацию во времени.

Чем не подходят показания барометра в текущем виде? Во-первых, сильная зашумленность сигнала будет вызывать лишние управляющие воздействия на моторы. Применив фильтр низких частот, уменьшим шум, но потеряем быстроту измерения. А это значит, что любые кратковременные возмущения останутся без внимания, резкие возмущения отработаются с большой задержкой, и самое главное, не будет получена дифференциальная составляющую (D) для ПИД-регулятора. А как следует из теории, регулятор без этой составляющей склонен к слабозатухающим осцилляциям вокруг целевой величины, что и наблюдается на практике.

Рассмотрим акселерометр. Вроде все просто - из значения по оси Z вычтем константу 1G, получим линейное вертикальное ускорение. Дважды проинтегрируем его и получим скорость и относительное смещение. Применив ПИД-регулятор и эти показатели можно построить хорошую динамическую модель. Но и тут не все так хорошо. Наклон аппарата вызовет изменение проекции вектора ускорения  $A$  на ось  $Z$ . Вибрации от мотора или изменение температуры могут вызвать «сдвиг» чувствительности, и константа 1G уже не будет соответствовать реальности. Но даже в случае идеально неподвижного аппарата и точно выставленной 1G, любой сенсор выдает шум.

Комплементарный фильтр - этот фильтр применяется к двум величинам, измеряемым разными датчиками, и корректирует одну из них так, что она медленно стремится ко второй. В измерительном цикле фильтр реализуется простой формулой:  $A1 = (A1 \cdot k + A2)/(k + 1), k \gg 1$ .

Если применить этот фильтр к высоте, найденной акселерометром, и показаниям барометра, получится следующее: дрейф акселерометра будет постоянно корректироваться барометром, а показания барометра будут сглаживаться. Этот фильтр прекрасно работает для пары гироскоп + акселерометр, потому что корректируется первый интеграл, и он в конце концов перестает «уплывать», когда величина коррекции за время одного цикла сравняется с величиной ошибки гироскопа, прибавляемой в этом же цикле при интегрировании.

Но и из пары барометр+акселерометр можно извлечь нечто полезное, если применить к ним ПИД-регулятор. Итак, в чем главное слабое место интегратора ускорения? В микроошибке, которая может возникнуть по разным причинам, описанным выше, при вычитании константы  $1G$ . Если записать искомое ускорение в виде:  $acc = A_z - 1G + bias$ , то регулируя величину  $bias$ , можно управлять и первым интегралом (скоростью), и вторым (смещением). Итак, целевая функция ПИД-регулятора найдена. Но надо ещё знать ошибку. Сделаем допущение, что  $bias$  зафиксируется после наступления некоей стабилизации параметров системы. Когда  $bias$  будет найден, показания акселерометра станут очень близки к истине и можно применить комплементарный фильтр, скрестив их с барометром. Величина коррекции этого фильтра и будет ошибкой, от которой будет отталкиваться ПИД-регулятор (он стремится свести ошибку к 0 за счет регулирования переменных).

Далее определяются все три составляющие ПИД-регулятора. Пропорциональная (P) - это сама ошибка, интегральная (I) – интеграл ошибки, дифференциальная (D) - по теории надо дифференцировать ошибку. Но в ней сидят шумы барометра и акселерометра. Возьмем за D-составляющую найденную акселерометром скорость с отрицательным знаком.

Умножим каждый из компонентов на свои коэффициенты, сложим и получим  $bias$ . Не будем прибавлять  $bias$  напрямую к ускорению, а прибавим только I-часть. P и D части прибавим к скорости, умножив на  $dT$ . Так как основная задача регулятора - найти постоянную составляющую ошибки, настраивается он достаточно «мягко», чтобы по минимуму влиять на кратковременные изменения.

Описанный выше алгоритм будет работать, если вектор  $A$  смотрит точно вдоль оси  $Z$ . Как только аппарат наклонится, произойдут две неприятные вещи: проекция  $A$  на ось  $Z$  изменится и ПИД-регулятор начнет заново медленно и мучительно искать  $bias$ . И вторая - любое горизонтальное ускорение начнет давать ненулевую проекцию на локальную ось  $Z$ . При углах наклона в  $45^\circ$  уже и не поймешь, где какое ускорение.

Спроектируем локальный вектор  $A$  на локальный вектор  $G$ , который всегда смотрит в землю. Операция эта простая и вытекает из определения векторного произведения:  $A_z = \vec{A} \cdot \vec{G} / |G|$ . Сделать это надо до вычитания  $1G$ .

1. Beji L., Abichou A. Trajectory and Tracking of a Mini-Rotorcraft // Proceedings of the 2005 IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, 2005.

## МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ «АУДИОГИД»

*Н.А. Долговязов*

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

Аудиогид – фонограмма, используемая для самостоятельного знакомства с экспозицией музея, выставки, местностью, а также устройство для ее воспроизведения.

Обычно аудиогид состоит из нескольких аудиофрагментов. Фрагменты нумеруются и привязываются к схеме (карте) осматриваемой местности, музея, или к номерам экспонатов. Если аудиогид предполагает связный и законченный рассказ из фрагментов, то его также называют аудиоэкскурсией. Аудиогиды широко распространены за рубежом, все больше они появляются и в России. Они создаются как музеями, так и независимыми разработчиками. Услуги аудиогидов предоставляют некоторые операторы мобильной связи. [1]

В России аудиогиды (аудиоэкскурсии) на базе специальных устройств можно встретить в таких музеях, как: Государственный Эрмитаж, Третьяковская галерея, Государственный музей изобразительных искусств имени А.С.Пушкина и другие мобильные аудиогиды, получающие все большее распространение. Аудиогиды могут быть установлены на смартфоны самих посетителей и поэтому не требуют от музея закупки, аренды и обслуживания дополнительного оборудования. Однако требует от музея разработки и постоянной актуализации собственного мобильного приложения под различные мобильные платформы (Android, iOS, Windows и др.) [2].

Целью работы было создание мобильного приложения «Аудиогид» под мобильную платформу Android ввиду ее популярности среди пользователей мобильных устройств. Среда разработки приложения: AndroidStudio, приложение доступно для самых ранних версий Android. Мобильное приложение представляет из себя оболочку, в которой хранится информация о музее (общая текстовая информация, картинки, аудиофайлы). Общая структура прило-

жения представлена на рис. 1 и 2. Особенности приложения заключаются в следующем:

- Универсальность. Приложение можно использовать для любого музея.

- Автономность. Приложение работает независимо от сети, так как вся информация уже содержится в приложении.

- Удобство и доступность. Предполагается, что для доступа к приложению пользователю необходимо лишь зайти на сайт музея и бесплатно его скачать по ссылке на GooglePlay.



Рис. 1. Структура меню приложения

Минусом приложения является его большой объем, ввиду того, что он будет содержать всю информацию о музее. Однако если музей имеет достаточно объемную коллекцию файлов, чтобы хранить ее на одном приложении, можно с помощью Wi-Fi соединиться с сервером музея, на котором хранится весь необходимый контент. Для изменения экспозиции музея приложение имеет возможность редактирования и добавления информации: в этом случае в GooglePlay можно будет скачать обновленную версию.

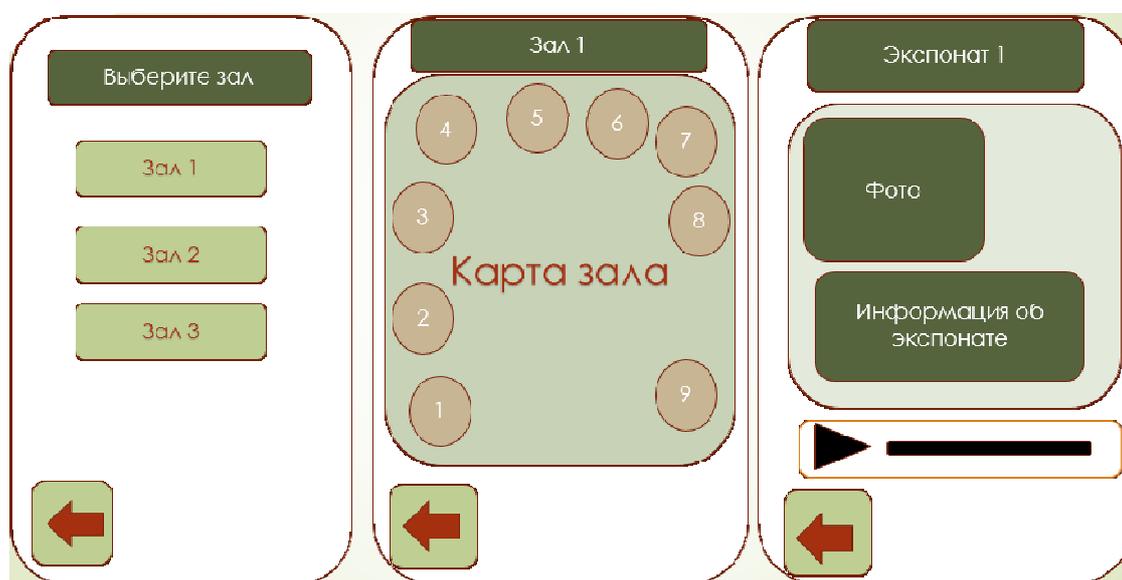


Рис. 2. Структура приложения

1. Дмитриенко Н.М. Музей и современные технологии / Материалы Всероссийских научных конференций. – Томск: ТГУ, 2006. – 82 с.

2. Технологии и маркетинг для музеев – Режим доступа: <http://mart-museum.ru>

## СИСТЕМА ЗОННОГО ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ

*Е.А. Егоров*

*А.М. Водовозов, научный руководитель, канд. техн. наук, профессор*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Система искусственного освещения – это группа светильников, обладающая определёнными свойствами в зависимости от требуемых задач. По конструктивному исполнению системы освещения делят на две группы:

- общее (равномерное или локализованное);
- комбинированное, когда общее освещение сочетают с местным.

Ровное распределение светового потока, не учитывая интерьер, обеспечивает общее равномерное освещение, а общее локализованное -распределяет с учетом расположения мебели и рабочих мест [1].

Обычно система искусственного освещения состоит из блока управления и периферийных устройств. В блоке управления производитель устанавливает стандартные команды и функции для управления системой периферийных устройств, но для того чтобы использовать ее на 100% и чтобы система управления освещением работала в соответствии с пожеланиями пользователя, блок управления можно запрограммировать с компьютера при помощи программного обеспечения.

Основной целью данной работы было создание системы управления освещением для экономии электроэнергии на базе здания ВоГУ. Для выполнения данной цели было выбрано оборудование компании OSRAM, которое использует специальный интерфейс DALI для общения между устройствами. Digitally Addressable Lighting Interface — цифровой адресуемый интерфейс освещения, разрабатывался только для управления освещением. Линия DALI – двунаправленная, что позволяет передавать информацию как от контроллера к периферийным устройствам, так и обратно. Устройства, предназначенные для работы с шиной DALI, имеют встроенную энергонезависимую память, что позволяет хранить различную информацию: адрес устройства, информация об устройстве и состоянии подключенных к нему светильников, и целые наборы команд.

Был сделан выбор в пользу данной компании ввиду того, что она предлагает огромный выбор светотехники, все оборудование доступно в России и по доступной цене, все необходимое программное обеспечение находится в свободном доступе и бесплатно в использовании, на сайте организации можно найти всю необходимую документацию для настройки оборудования. За основу была взята система Osram DALI PROFESSIONAL и программное обеспечение OSRAM DALI Professional для настройки блока управления системой. В системе будут использоваться: блок управления DALI Professional Controller-4, переключатель DALI-SWITCH, коммуникационный интерфейс e-bus-

DALIGateway, элементы управления GlassTouch, DALI Pushbutton Coupler для связи системы с обычными выключателями, DALI Professional Sensorcoupler для получения сигналов от сенсоров, QUICKTRONIC QTz5 ECG для управления светильниками [2].

Предполагается, что система будет работать как автономно, так и с помощью ручного управления. Будут предусмотрены несколько режимов работы, они будут настроены в зависимости от потока и количества людей в помещении, переключение режимов будет происходить с помощью панели управления. Также система будет реагировать на движение или присутствие человека в помещении и автоматически подстраивать яркость светильников под естественный свет, с помощью датчиков присутствия и освещенности, экономя электроэнергию, но обеспечивая при этом комфортную для работы освещенность.

Плюсами является то, что система помогает сэкономить до 80% электроэнергии на освещении в месяц, недорого по сравнению со своими конкурентами. Помехозащищенность линии такова, что она может располагаться в силовом кабеле и даже просто использовать свободные проводники этого кабеля. Системные компоненты обладают длительным сроком службы и обеспечивают стабильную работу в течение нескольких десятков тысяч часов.

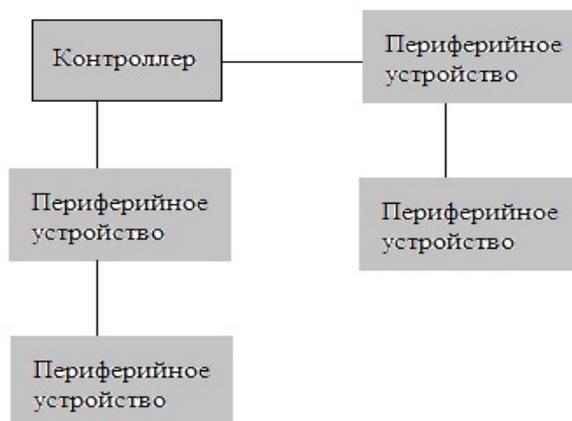


Рис. 1. Структура системы управления освещением

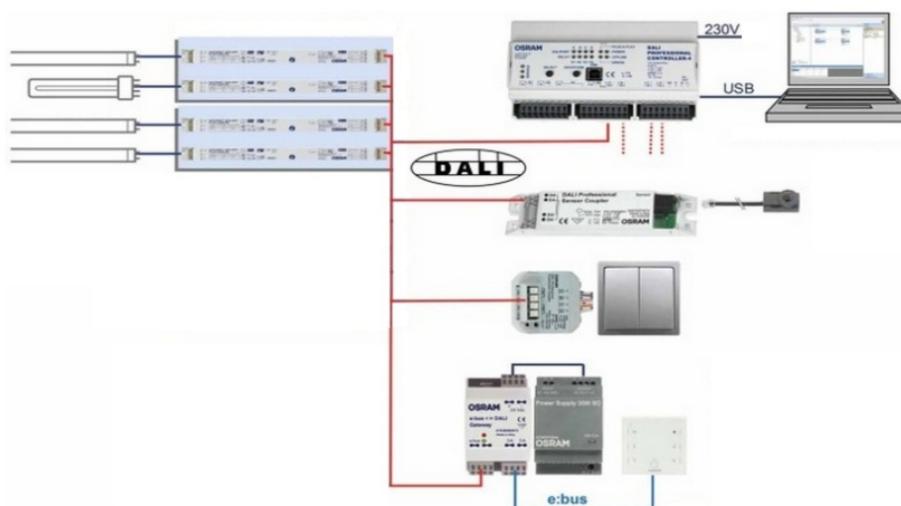


Рис. 2. Общий вид системы Osram DALI PROFESSIONAL

1. Виды освещения – Режим доступа: [http://electro-dog.info/katalog/osveschenie/vidi\\_osveschenija.htm](http://electro-dog.info/katalog/osveschenie/vidi_osveschenija.htm)
2. Light is OSRAM – Режим доступа: [http://www.osram.ru/osram\\_ru/](http://www.osram.ru/osram_ru/)

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕТА ОБОРОТА ПРОДУКТОВ В ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКЕ

*В.Л. Кириллова, В.М. Свешников*

*Т.В. Королев, научный руководитель, ст. преподаватель*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Целью работы является разработка программы для учета продуктов, обладающей функциями: планирования бюджета, мониторинга продуктов, находящихся в наличии, слежения за истечением срока годности продуктов и их дефицита, планирования меню, подбора рецептов по ингредиентам, составления списка покупок.

Программа разрабатывается для персонального компьютера, телефона и планшета на базе Android. С базой данных могут работать до двадцати клиентов с любого из перечисленных устройств. Также ведется разработка Web-приложения (сайта).

Разработка программы для персонального компьютера и телефона ведется с помощью языка программирования JAVAFX 8 [1]. Разработка Web-приложения с помощью языка PHP [2]. Для работы с базой данных используется система SQLite. Структура базы данных представлена на рисунке.

Программа структурирована и содержит следующие основные разделы:

- Мой холодильник (просмотр продуктов в наличии, подсвечивание истекающего срока годности).
- Список покупок (формирование списка покупок, занесение продуктов в раздел Мой холодильник).
- Меню (просмотр меню на неделю).
- Рецепты (просмотр имеющихся в базе рецептов, создание/удаление рецепта, формирование меню, возможность поиска рецепта в Web-приложении).
- Бюджет (просмотр расходов за выбранный период времени).

Дополнительные возможности программы:

- таймер для готовки;
- формирование списка необходимых продуктов (при отсутствии в холодильнике автоматически заносятся в список покупок);
- подбор рецепта по ингредиентам (при просмотре рецепта отмечаются ингредиенты находящиеся в наличии);
- при добавлении рецепта в меню ингредиенты, которых нет в наличии, заносятся в список покупок.

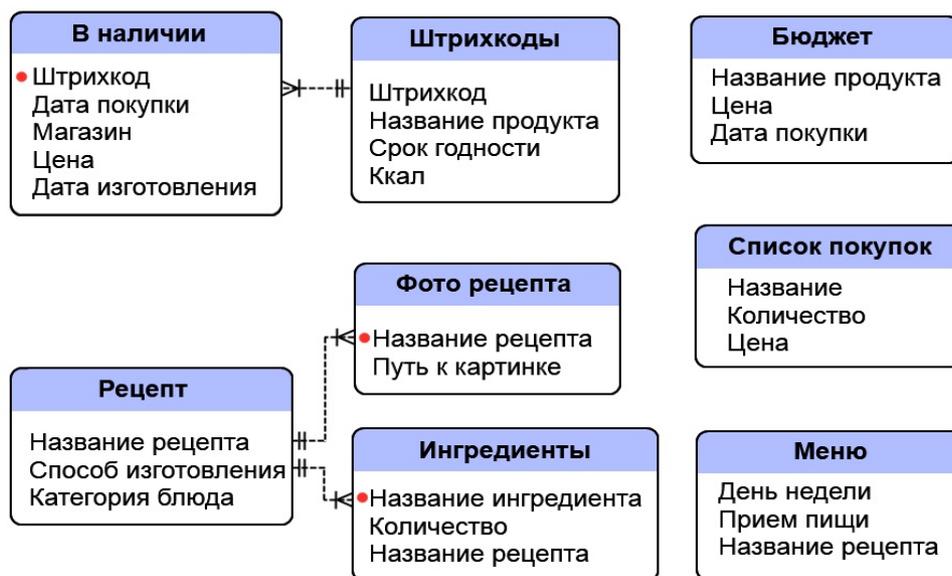


Рис. Структура базы данных

В настоящее время разрабатывается Web-приложение, а также приложения для мобильного телефона и планшета, программа для персонального компьютера находится на этапе тестирования и отладки.

1. Java Platform, Standard Edition (Java SE) 8 / Oracle. [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. - 2015. - Режим доступа: [http:// docs.oracle.com/javase/8/javase-clienttechnologies.htm](http://docs.oracle.com/javase/8/javase-clienttechnologies.htm)
2. Руководство по PHP / The PHP Group. [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. - 2015. - Режим доступа: <https://php.net/manual/ru/index.php>

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ SMARTGRID В ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМ ХОЗЯЙСТВЕ МИКРОРАЙОНОВ

*Д.А. Коровин*

*Г.Р. Титова, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

г. Москва

Применение нетрадиционных источников энергии в современном жилищно-коммунальном хозяйстве является актуальной задачей. В связи с тем, что жилищно-коммунальное хозяйство является потребителем с неопределенным графиком нагрузки, проблема применения нетрадиционных источников для погашения пиков нагрузки, выравнивания графиков нагрузки актуальна во всем мире.

Наибольших успехов в развитии SmartGrid сетей добились американские энергетические компании, они являются основоположниками SmartGrid технологии, включая виртуальную генерацию на электрических станциях за счет

регулирования энергопотребления потребителей жилищно-коммунального хозяйства.

SmartGrid в реальном времени позволяет проводить динамическое управление электросетями, регулирование спроса, повышение безопасности и экономии расходов энергоресурсов. Проблемы энергосистем связаны с постоянным повышением роста нагрузок. Например величина абсолютного максимума потребления мощности Московской энергосистемы увеличилась с 12846 МВт в 2000 г. до 17216 в 2010 г. (прирост 34%). Автоматическое включение дополнительных источников энергии в часы максимума нагрузки позволит компенсировать нехватку энергии.

Перерывы электроснабжения представляют для многих потребителей серьезную проблему, связанную с особенностями производственных процессов или с коммерческими потерями. SmartGrid позволяет моментально переключить питание предприятия на батареи с уже накопленной энергией от солнца и на ветропарки, что позволит избежать перерывов и экономического ущерба.

На некоторых производствах снижение расходов на электрическую энергию достигается использованием для выработки электроэнергии ресурсов, имеющихся в их распоряжении (попутный нефтяной газ, биогаз и др.). SmartGrid не только делает переключения между источниками энергии более быстрыми, но и позволяет уменьшить расходы энергии на предприятии с помощью отключения неиспользуемого оборудования.

Многие территории удалены от ЕЭС. Суммарная площадь, на которой отсутствует сеть постоянных поселений и плотность населения минимальна и которую можно считать незаселенной, составляет порядка 9440000 км<sup>2</sup>, или 45% всей территории России. Использование нетрадиционных источников энергии (ветропарков, солнечных батарей) позволит заселить большой процент территории России.

Стоимость энергоснабжения от собственных источников энергии становится сопоставимой со стоимостью получения энергии из сети. В большом числе регионов розничные цены для конечных потребителей вплотную приблизились (кое-где и превысили) к уровню 4-5 руб. за 1 кВт·ч. При таком уровне цен на электроэнергию генерация на основе **возобновляемых источников энергии** становится конкурентоспособной.

В проектировании энергоснабжения ЖК «Большое Кусково», потребляемая мощность которого составляет 120000кВт в сутки (5000кВт в час) при максимуме нагрузки, использовались частично решения компании «EnergyWind», которые позволили производить переключения между источниками, исключая перерывы электроснабжения, и контролировать расход электроэнергии на каждом участке жилищного комплекса. Применен ветропарк R-WIND-014 максимальной мощности 800кВт, который имеет характеристики:

- месячная выработка до 160МВт-часов;

- мощность одного ветряка 10кВт при ветре 12 м/с, 3кВт при ветре 7 м/с, 0,3кВт при ветре 3м/с;

- номинальная ёмкость АКБ 192000 А\*ч.

Умножив потребляемую мощность в год на современный тариф на электроэнергию получаем, что стоимость электроэнергии от ЕЭС в год составляет 164 млн. рублей. После установки ветропарка R-WIND-014 и солнечных панелей R-SOLAR-006 потребляемая мощность от ЕЭС снижается на 16% (19500 кВт в сутки), что составляет 27 миллионов рублей экономии в год, а срок окупаемости менее 3 лет.

Применение SmartGrid в жилищном комплексе возможно только при решении вопросов законодательно. Необходим закон о продаже вырабатываемой электроэнергии на нетрадиционных источниках, как закон о дополнительной генерации потребителя для виртуальных локальных генерирующих станций.

## КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОЛИВА

*Р.Н. Корсаков*

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

Вологодский государственный университет  
г. Вологда

В современном мире человек пытается максимально автоматизировать свой труд и пытается добиться почти полной автономности того или иного процесса.

Целью проекта является создание системы автоматического компьютеризированного полива для индивидуального пользователя, способной выполнять большой спектр задач относительно аналогов.

В связи с этим поставлены следующие задачи:

- изучение существующих аналогов систем автоматического полива;
- синтез системы управления с учетом функционала аналогов;
- обобщение материала и создание прототипа устройства;
- формулировка предложений по коммерциализации и дальнейшему совершенствованию системы.

На основе анализа существующих аналогов систем орошения выявлены следующие недостатки:

- в подавляющем большинстве полив осуществляется вне зависимости от внешних факторов (таких, как дождь, заморозки и т.д.), иными словами, через определённые периоды времени;
- высокая цена не только всей системы в целом, но и отдельных её частей.

Концептуальным решением по базовой платформе компьютеризации является выбор готовой платы контроллера Arduino, реализованной в свою очередь на основе микроконтроллера ATmega328. Выбор обусловлен широким спектром задач, который может выполнять выбранная плата контроллера и его низкой стоимостью, что полностью удовлетворяет поставленной цели. Основными элементами очувствления при этом являются 3 базовых датчика: датчик температуры и влажности - DHT11, датчик дождя - MP525 и датчик влажности почвы.

Общий вид системы представлен на рисунке.

Уровень поливочного «интеллекта» системы базируется на особенностях агротехники различных культур, показателях влажности и температуры воздуха, влажности почвы в зоне полива, отсутствия либо наличия естественных осадков в виде дождя.

Работоспособность и эффективность разработанного алгоритма управления поливом проверена на реализованном макетном образце с эмуляцией работы водоподводящей и водозапорной арматуры светодиодными индикаторами.

К основным результатам можно отнести:

- существенно превышен функционал аналогов;
- стоимость системы в несколько раз ниже, предлагаемых на рынке;
- разработанный «интеллектуальный» алгоритм максимально правильно осуществляет полив с точки зрения агротехники огородных культур и природных факторов;
- испытания прототипа подтвердили работоспособность системы как на уровне схемотехнических решений, так и на уровне программно реализованных алгоритмов полива.

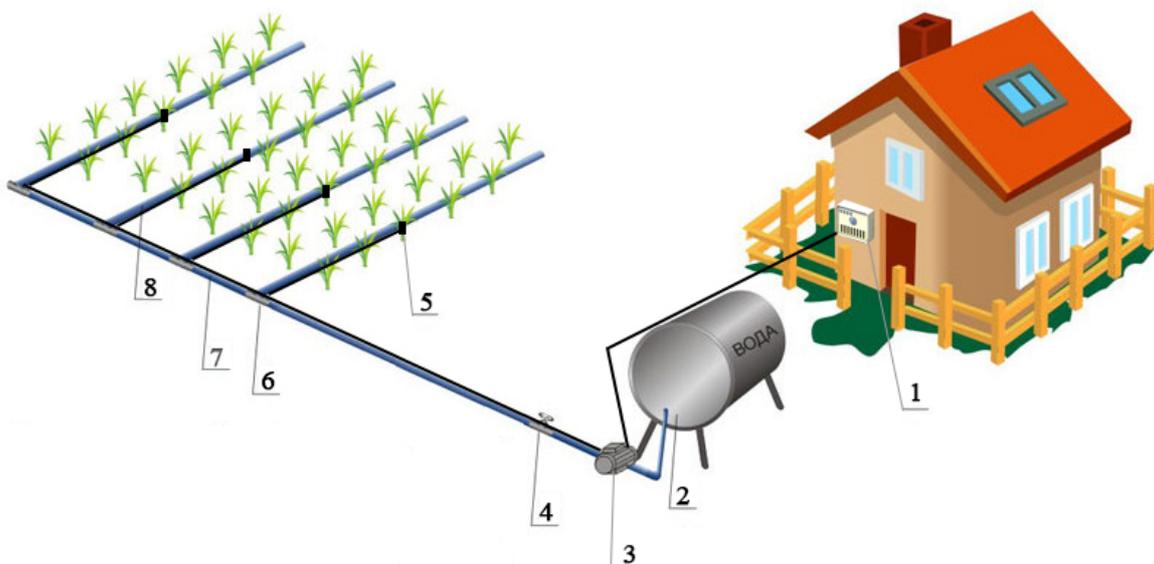


Рис. Пример системы: 1 - блок обработки и управления системы (со встроенными датчиками температуры и дождя); 2 - накопительная ёмкость; 3 - насос; 4 - запорный/сливной кран; 5 - датчик влажности почвы; 6 - клапан подачи воды; 7 - подводящая магистраль; 8 - отходящая линия

## МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ «БОРТОВОЙ ЖУРНАЛ АВТОМОБИЛИСТА»

*Д.С. Обиходов*

*М.А. Андреев, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Бортовой журнал – бумажный или электронный документ, в который в установленной форме записываются сведения об автомобиле, помогающий владельцу или пользователю вести учет расхода топлива и прочих затрат, расходов и событий, происходящих с транспортным средством [1].

Основными расходами на автомобиль являются: затраты на топливо и другие жидкости (смазочные, охлаждающие, тормозные и пр.), мойка автомобиля, оплата парковки, покупка запасных частей, техническое обслуживание, оплата штрафов, ОСАГО, КАСКО, покупка летней и зимней резины, приобретение других дополнительных устройств и приспособлений [2].

Применение бортовых журналов из сферы коммерческого транспорта естественным способом мигрирует на уровень индивидуальных автовладельцев, практически каждый из которых является одновременно владельцем современного мобильного гаджета (планшета, смартфона и др.), функции которых давно вышли за рамки обычного телефона.

Базовой концепцией реализуемого проекта является создание мобильного приложения «БОРТОВОЙ ЖУРНАЛ АВТОМОБИЛИСТА» под мобильную платформу Android ввиду ее популярности среди пользователей мобильных устройств. Среда разработки приложения: AndroidStudio. Мобильное приложение представляет собой программу, в которой отмечаются все значимые действия над автомобилем (на каком километре пробега какие действия производились). Общая структура приложения представлена на рис. 1 и 2. Особенности приложения заключаются в следующем:

- Автономность. Приложение работает независимо от сети, так как вся информация содержится в приложении.
- Универсальность. Приложение можно использовать для любого автомобиля.
- Доступность. Для доступа к приложению пользователю необходимо будет зайти в магазин приложения Play Маркет и бесплатно скачать его.

Важным аспектом при реализации приложения является потенциальная возможность беспроводного подключения к бортовому компьютеру автомобиля с целью обеспечения доступа к диагностическим признакам и характеристикам. Названная функция на текущий момент является доступной на уровне

специализированных диагностических комплексов или мобильных устройств типа ноутбук.

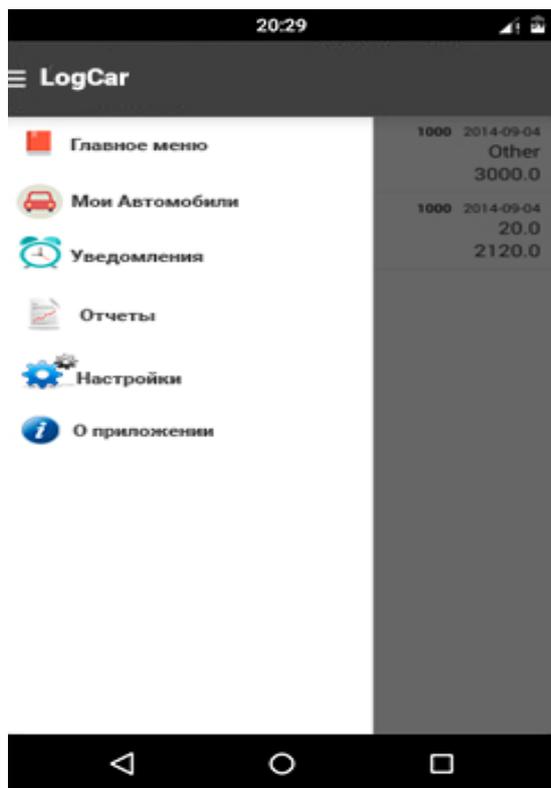


Рис. 1. Структура меню приложения

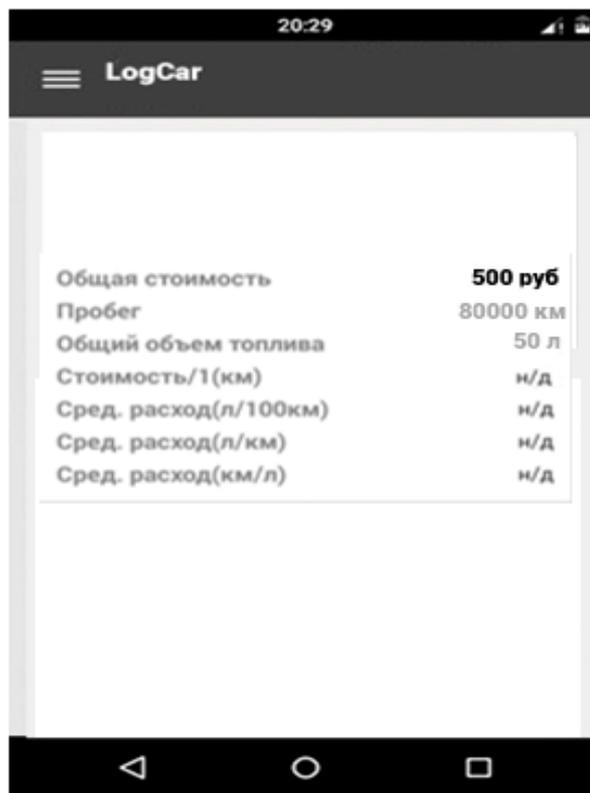


Рис. 2. Главная страница приложения

1. Бортовой журнал автомобиля – Режим доступа: [http://aviakniga.ru/?mode=product&product\\_id=159411406](http://aviakniga.ru/?mode=product&product_id=159411406)

2. Сервис учета расходов на автомобиль – Режим доступа: <http://www.investtocar.ru>

## КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОБРАБОТКИ ТЕЛЕФОННЫХ ЗВОНКОВ

*А.Ю. Растопчинов*

*Т.В. Королев, научный руководитель, ст. преподаватель  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Давным-давно компьютеры и телефоны в офисе работали отдельно друг от друга. Причиной тому были АТС. Они были настолько сложными, что их обслуживал специальный сотрудник.

В настоящее время телекоммуникационные технологии находятся на столь высоком уровне развития, что внедряются абсолютно в любые устройства, начиная от простейших компьютерных модемов, обеспечивающих выход в

сеть Интернет, и заканчивая системами удаленного управления автомобилями или бытовой техникой, реализуемые при помощи сотовых телефонов - смартфонов. На фоне бурного внедрения телекоммуникаций в нашу жизнь, изменениям подвергаются основы основ любых видов связи - телефонные сети, совершенствуются пути выхода к ним, методы и системы проектирования АТС, обеспечивающие доступ всем абонентам к услугам связи [1].

IP-АТС – современная автоматическая телефонная станция, служащая для организации голосовой связи посредством IP-протоколов. Это оптимальный вариант для офисов и предприятий, где необходима комплексная телефонизация без лишних затрат.

IP-АТС обладают целым рядом преимуществ:

- Простота установки, монтажа и эксплуатации. Исчезает необходимость подключения различных шлюзов, приобретения дополнительного оборудования.

- Гибкость. Такая станция позволяет без усилий расширить объем внешних линий и увеличить количество внутренних абонентов, легко поддается модификации.

- Экономичность. С помощью IP-АТС можно организовать бесплатную связь между несколькими офисами, а международную сделать значительно дешевле.

- Мобильность. Протоколы VoIP позволяют подключаться к АТС из любого уголка мира, при этом расстояние никак не отражается на стоимости звонков.

- Расширенные мультимедийные возможности. Голосовая связь – это далеко не все, что предоставляет IP-АТС. Видеозвонки, запись разговоров, голосовая почта, интеллектуальная маршрутизация – набор функций такой телефонной станции постоянно расширяется [2].

Целью данной работы является интеграция офисной IP-АТС «Oktell» и технологической платформы 1С (конфигурация «Управление торговлей 10.3»).

Плюсы системы:

- интерфейс на русском языке;
- возможность донастройки системы;
- "запас на вырост": заложенные резервы роста числа пользователей, объема БД, перехода на более совершенную БД, при проектировании системы;
- возможность конфигурирования системы администратором системы;
- популярность продукта на рынке;
- полная, понятная и удобная документация на русском языке.

Минусом офисной IP-АТС является необходимость наличия современных высокопроизводительных ПК, причем для обеспечения связью большого числа абонентов (к примеру, для 100–200 абонентов) требуется уже использование весьма высокопроизводительных компьютерных систем. Кроме того, администрирование таких IP-АТС является не всегда тривиальной задачей и требует-

ся длительное обучение специалистов заказчика, а также существенные траты на этапе внедрения.

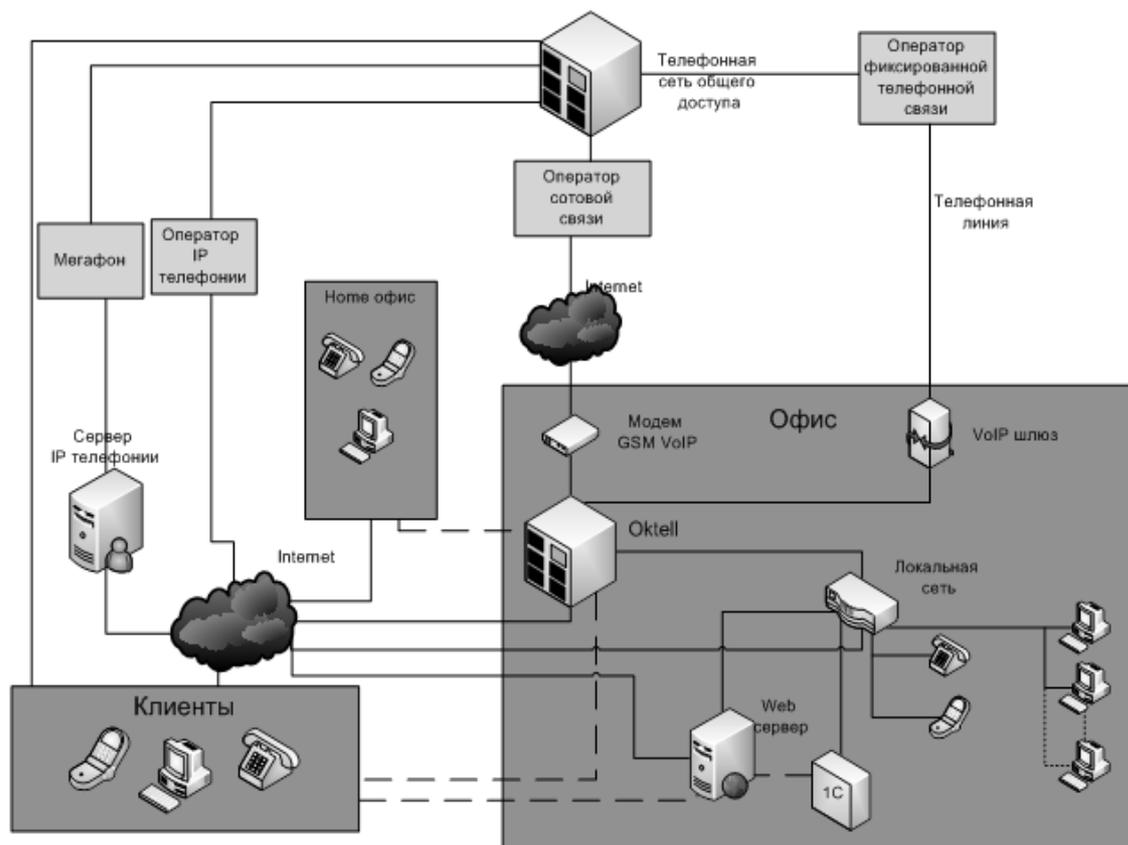


Рис. 1. Варианты подключения IP АТС Oktell к телефонной сети общего доступа

1. Oktell [Электронный ресурс]: офиц. сайт. – Режим доступа <http://www.oktell.ru>.
2. Триоком [Электронный ресурс]: инф.-справ. система. – Режим доступа <http://www.oocom.ru/catalog/ip-oborudovanie/ip-ats>.

## ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС УЧЕТА ПРОДУКТОВ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

*В.М. Свешиников, В.Л. Кириллова*  
*Т.В. Королев, научный руководитель, ст. преподаватель*  
 Вологодский государственный университет  
 г. Вологда

Целью работы является разработка аппаратной программируемой платформы комплекса учета продуктов, обладающей функциями: мониторинга бюджета, мониторинга продуктов, находящихся в наличии, слежения за исте-

чением срока годности продуктов и их дефицита, планирования меню, подбора рецептов по ингредиентам, составления списка покупок.

Комплекс разрабатывается на основе ARM микроконтроллера и может использоваться как в торгово-промышленной сфере, так и в быту. К комплексу подключается сканер штрихкодов для удобства внесения продуктов в список. База данных реализована по файловой структуре с учетом возможностей файловой системы FAT. Общая структура аппаратной части комплекса представлена на рисунке.

Разработка программы для комплекса ведется с помощью языка программирования C++ под CoCo IDE, с использованием компилятора GNU GCC [1].

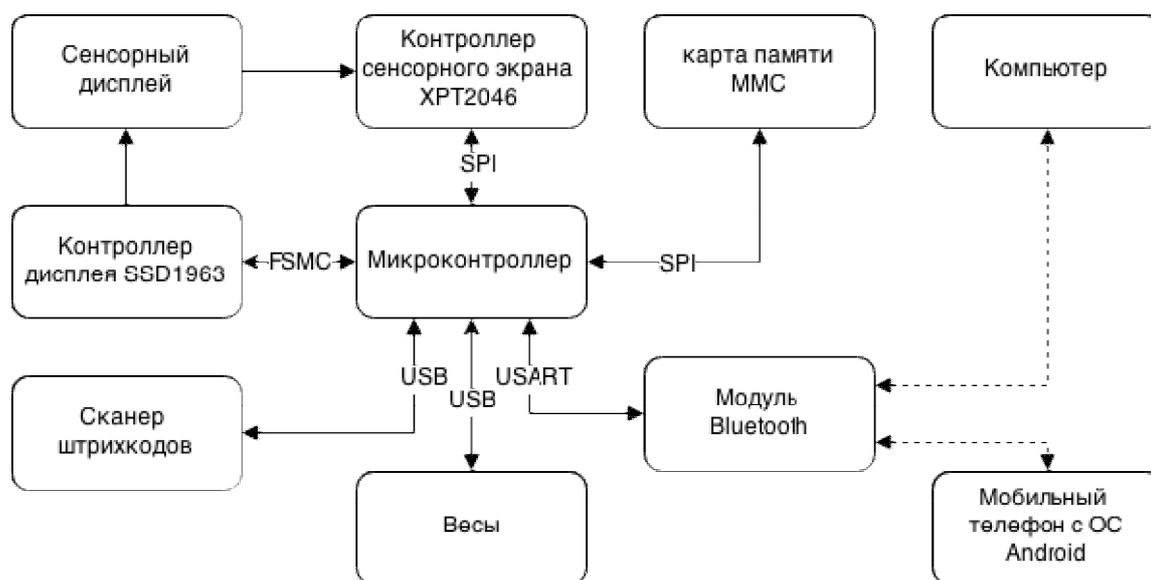


Рис. 1. Структура аппаратной части

Ядром устройства был выбран ARM микроконтроллер STM32F407 [2]. Контроллером дисплея и дополнительной памяти была выбрана микросхема SSD 1963. Контроллером сенсорного экрана была выбрана микросхема XPT 2046. В качестве памяти для хранения базы данных и настроек было выбрано подключение карты памяти MMC. Для связи с компьютером, телефоном или аналогичными устройствами был выбран модуль Bluetooth HC06.

Микроконтроллер был выбран на основании ряда важных требований - цена, большая производительность для микроконтроллера, большой объем периферийных интерфейсов, как раз необходимых для работы всех остальных компонентов.

Программа комплекса представляет собой прошивку для микроконтроллера, с реализованным графическим интерфейсом. Основные возможности программы: мониторинг продуктов, формирование и ведение базы штрихкодов, подборка рецептов из списка продуктов, сканирование и добавление продукта по штрихкоду, формирование меню и списка покупок, учет расхода денег.

В настоящее время реализуется подключение уже реализованных функций работы с базами данных к графическому интерфейсу и разработка функции синхронизации с другими устройствами типа персонального компьютера или мобильного телефона.

1. STM32Cube / набор примеров, библиотеки. [Электронный ресурс]. - Электрон. дан.- 2015.- Режим доступа: <http://www.st.com/web/catalog/tools/FM147/CL1794/SC961/SS1743/LN1897>.

2. STM32F407VG / datasheet, description, promo / STMicroelectronix. [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. - 2015. - Режим доступа: <http://www.st.com/web/catalog/mmc/FM141/SC1169/SS1577/LN11/PF252140>.

## РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВ КОМПЕНСАЦИИ ТОКОВ ЗАМЫКАНИЯ НА ЗЕМЛЮ В СЕТИ С ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ ДЛЯ ПОДСТАНЦИИ ГЛУБОКОГО ВВОДА

*О.А. Селюкова*

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

*Вологодский государственный университет*

*г. Вологда*

Существуют 4 вида режима нейтрали: изолированная нейтраль, заземление через дугогасящий реактор, резистивное заземление, глухое заземление нейтрали.

Способ заземления нейтрали сети является достаточно важной характеристикой. Он определяет:

- ток в месте повреждения и перенапряжения на неповрежденных фазах при однофазном замыкании;
- схему построения релейной защиты от замыканий на землю;
- уровень изоляции электрооборудования;
- выбор аппаратов для защиты от грозовых и коммутационных перенапряжений (ограничителей перенапряжений);
- бесперебойность электроснабжения;
- допустимое сопротивление контура заземления подстанции;
- безопасность персонала и электрооборудования при однофазных замыканиях.

В России, согласно п.1.2.16 ПУЭ, введенной в действие с 1 января 2003 г., формально разрешены к применению все принятые в мировой практике способы заземления нейтрали, кроме глухого заземления, хотя опыт применения последнего в некоторых сетях 35 кВ существует.

На фоне отказа многих стран от использования изолированной нейтрали в России доминирует именно он. При этом способе заземления нейтральная точка источника не присоединена к контуру заземления, так как при соединении вторичных обмоток в треугольник (сети 6-10 кВ) она физически отсутствует.

ПУЭ ограничивает применение режима изолированной нейтрали в зависимости от тока однофазного замыкания на землю сети (емкостного тока). Величины этих токов, компенсируемые дугогасящими реакторами, различны для воздушных и кабельных линий. При этом учитываются как материалы опор линий электропередач, так и величины напряжений.

При этом основными достоинствами режима являются: отсутствие необходимости в немедленном отключении первого однофазного замыкания на землю; малый ток в месте повреждения (при малой емкости сети на землю).

Недостатки режима:

- возможность возникновения дуговых перенапряжений;
- возможность возникновения многоместных повреждений;
- воздействие дуговых перенапряжений на стойкость изоляции;
- выбор изоляции относительно земли на линейное напряжение;
- сложность обнаружения места повреждения;
- опасность поражения персонала при длительном замыкании;
- сложность параметризации релейных защит.

Недостатки режима работы с изолированной нейтралью весьма существенны, а такое достоинство, как отсутствие необходимости отключения первого замыкания, достаточно спорно, так как всегда существует вероятность второго замыкания на другом присоединении из-за перенапряжений и отключения сразу двух кабелей, электродвигателей или воздушных линий.

Очевидным является вывод: полное исключение режима изолированной нейтрали.

### **Режим заземления через дугогасящий реактор**

В России режим заземления нейтрали через дугогасящий реактор применяется в основном в разветвленных кабельных сетях с большими емкостными токами, нейтральная точка которой реализуется с помощью специального трансформатора.

Достоинства метода заземления через дугогасящий реактор:

- отсутствие необходимости в немедленном отключении первого однофазного замыкания на землю;
- малый ток в месте повреждения при точной настройке реактора в резонанс;
- возможность самоликвидации однофазного замыкания;
- исключение феррорезонансных процессов, связанных с насыщением трансформаторов напряжения и неполнофазными включениями силовых трансформаторов.

Недостатками этого режима заземления нейтрали являются:

- возникновение дуговых перенапряжений при значительной расстройке компенсации;
- возможность возникновения многоместных повреждений при длительном существовании дугового замыкания в сети;
- возможность перехода однофазного замыкания в двухфазное при значительной расстройке компенсации;
- возможность значительных смещений нейтрали при недокомпенсации и возникновении неполнофазных режимов;
- возможность значительных смещений нейтрали при резонансной настройке в воздушных сетях;
- сложность обнаружения места повреждения;
- опасность электропоражения персонала и посторонних лиц при длительном существовании замыкания на землю в сети;
- сложность обеспечения правильной работы релейных защит от однофазных замыканий, так как ток поврежденного присоединения очень незначителен.

Все перечисленные недостатки метода должны учитываться при выборе дугогасящих реакторов и сопутствующего оборудования.

## ЭЛЕКТРОПРИВОД ЭСКАЛАТОРА С ВЕНТИЛЬНО-ИНДУКТОРНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

*Ю.В. Серьёзов*

*А.С. Елюков, научный руководитель, ст. преподаватель  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Актуальность темы обусловлена тем, что в процессе своей повседневной деятельности человек достаточно использует эскалаторы.

В данной работе проектируется система управления эскалатором с помощью вентильно-индукторного двигателя.

Вентильно-индукторный двигатель (ВИД) – это относительно новый тип электромеханического преобразователя энергии, который сочетает в себе свойства и электрической машины и интегрированной системы регулируемого электропривода. Как всякий электродвигатель он обеспечивает преобразование электрической энергии, которая поступает от питающей сети, в механическую энергию, передаваемую в нагрузку. Как система регулируемого электропривода ВИД дает возможность осуществлять управление этим процессом в соответствии с особенностями конкретной нагрузки: регулировать частоту вращения, момент, мощность и т.д.

Достоинства ВИД:

- Высокое быстродействие и динамика, точность позиционирования.
- Широкий диапазон изменения частоты вращения.
- Бесконтактность и отсутствие узлов, требующих техобслуживания.
- Возможность использования во взрывоопасной и агрессивной среде.
- Большая перегрузочная способность по моменту.
- Высокие энергетические показатели (КПД более 90%;  $\cos \phi$  более 0,95).
- Высокая надёжность и повышенный ресурс работы.
- Низкий перегрев электродвигателя при работе в режимах с возможными перегрузками.

Недостатки ВИД:

- Относительно сложная система управления двигателем.
- Высокая стоимость двигателя, обусловленная использованием дорогостоящих постоянных магнитов в конструкции ротора.

Система управления ВИД моделировалась с использованием программы MATLAB, что позволило оценить качество и диапазон работы ЭП с вентильно-индукторной машиной.

Для системы управления выбран микроконтроллер ATmega16A и составлена программа опроса датчиков тока и напряжения. У данного микроконтроллера имеется достаточно выходов, чтобы подключать различные элементы системы, а также имеется неплохой язык программирования в среде AVR Studio.

В ходе научной работы спроектирована принципиальная схема электропривода, разработана архитектура системы управления.

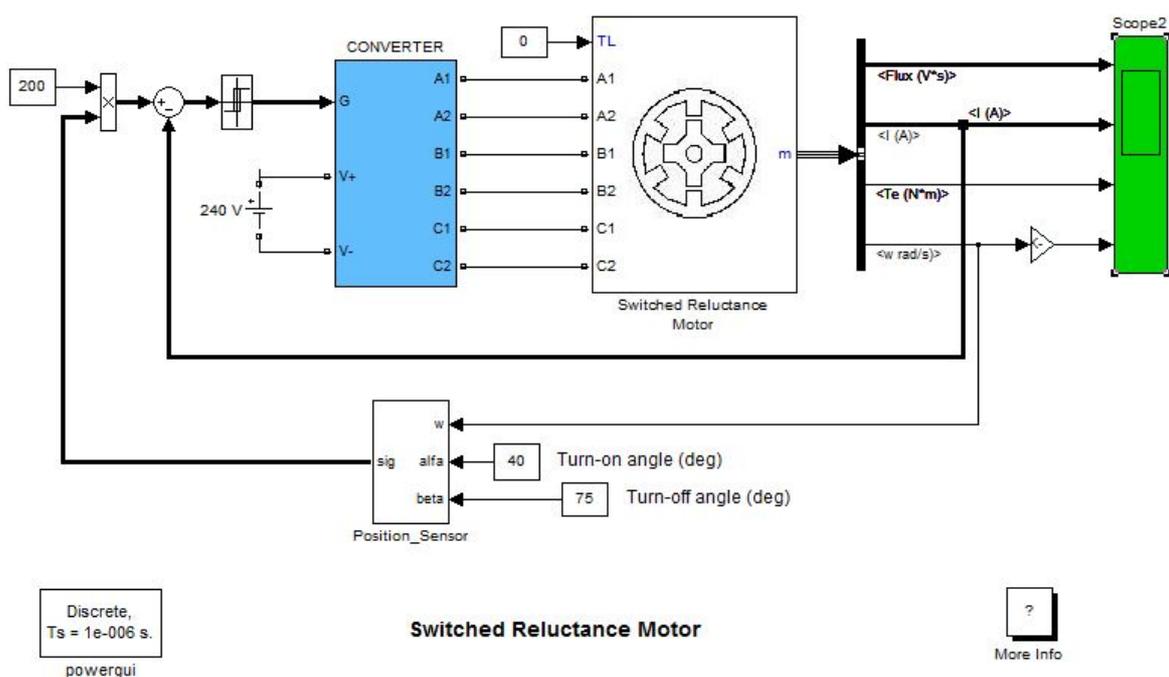


Рис. Модель ВИД в системе MATLAB

1. Ревич, Ю. В. Практическое программирование микроконтроллеров Atmel AVR на языке ассемблера. – 2-е изд., испр. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2011. – 352 с.: ил. – (Электроника)
2. Кузнецов В. А., Кузьмичев В. А. Вентильно-индукторные двигатели. – Москва : Издательство МЭИ, 2003. – 70 с.

## РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОПРИВОДА АВТОМОБИЛЯ С ГИБРИДНОЙ УСТАНОВКОЙ

*К.В. Смирнов*

*А.С. Елюков, научный руководитель, ст. преподаватель  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Автомобильный транспорт в прошлом столетии занял одну из ведущих позиций, в первую очередь по причине своей массовости, универсальности и мобильности. Целью работы является проектирование гибридной системы, которая могла бы в нужный момент времени добавлять мощность ДВС, делая, таким образом, машину более маневренной.

Стремительный рост потребления топливно-энергетических ресурсов приводит к возникновению проблемы приближающегося энергетического кризиса. Известно, что современный автомобиль имеет достаточно хорошие показатели топливной экономичности и экологичности. В то же время, при движении в режиме городского цикла, представляющего собой постоянное чередование фаз разгона, равномерного движения, замедления и стоянки с работающим на холостом ходу двигателем, эти показатели существенно ухудшаются. Причин этому несколько. Недостаточное использование потенциальной мощности двигателя при движении с ограниченной в условиях города скоростью, вследствие чего двигатель работает с повышенными удельными расходами. Постоянные затраты энергии на накопление автомобилем кинетической энергии, которая затем через короткий промежуток времени переводится в тепло и безвозвратно теряется в фазе служебного замедления автомобиля.

Гибридная силовая установка представляет собой сочетание в качестве источника энергии двигателя внутреннего сгорания, работающего, как правило, в режиме минимально возможного удельного расхода топлива и электрического накопителя энергии, питающего тяговый электродвигатель-генератор.

Обязательной составляющей любой гибридной силовой установки является автоматическая система управления, которая обеспечивает согласованную работу двигателя внутреннего сгорания и электродвигателя-генератора.

Следует отметить, что по способу управления автомобиль с ГСУ не должен отличаться от автомобиля со стандартным двигателем внутреннего сгорания.

Предлагается гибридная силовая установка для переднеприводного автомобиля, позволяющая улучшить топливную экономичность, динамические показатели автомобиля и при этом значительно снизить вредные выбросы в окружающую среду. В состав гибридной силовой установки входит двигатель внутреннего сгорания и вентиляльно-индукторный электродвигатель.

Система управления ВИД моделировалась с использованием программы MATLAB, что позволило оценить качество и диапазон работы электропривода с вентиляльно-индукторной машиной.

Для системы управления выбран микроконтроллер ATmega16A и составлена программа опроса датчиков тока и напряжения. У данного микроконтроллера имеется достаточно выходов, чтобы подключать различные элементы системы, а также имеется неплохой язык программирования в среде AVR Studio.

В ходе научной работы спроектирована принципиальная схема электропривода, разработана архитектура системы управления.

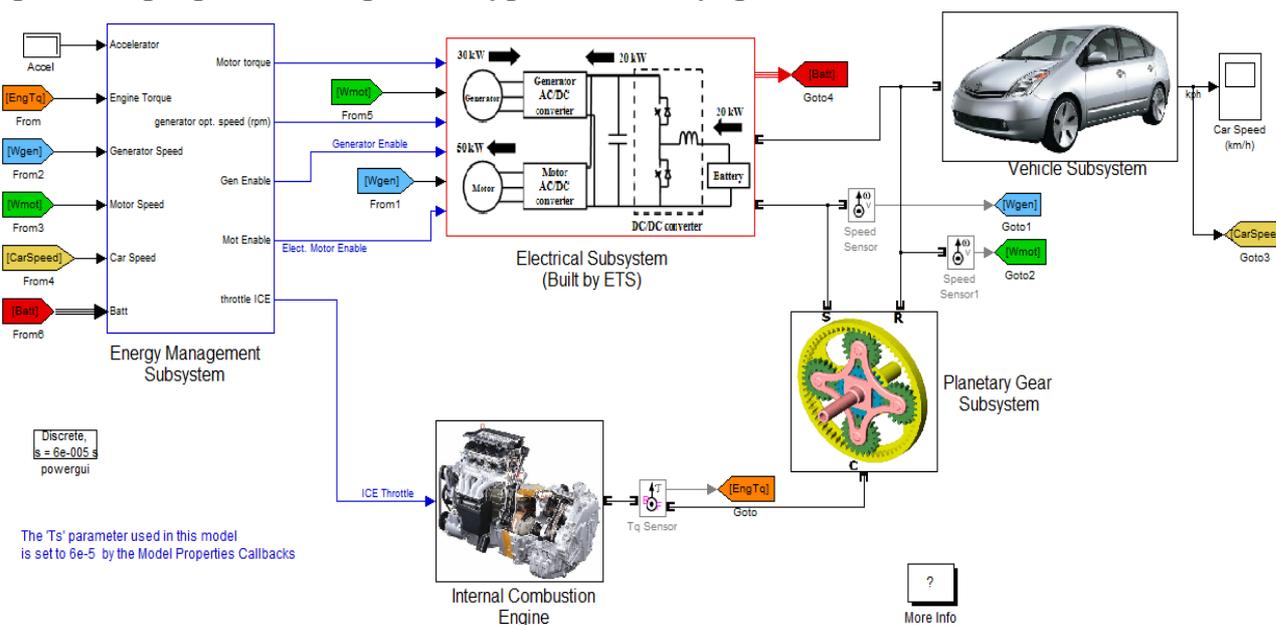


Рис. Модель ВИД в системе MATLAB

1. Кузнецов В. А., Кузьмичев В. А. Вентильно-индукторные двигатели. – Москва : Издательство МЭИ, 2003. – 70 с.
2. Хвощ С. Т. Микропроцессоры и микро ЭВМ в системах автоматического управления: справочник. – Москва :Высшая школа, 1985.

## РАЗРАБОТКА АВТОНОМНОГО ВЕТРОГЕНЕРАТОРА ДЛЯ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ НУЖД

*Э.А. Хартуков*

*А.С. Елюков, научный руководитель, ст. преподаватель  
Вологодский государственный университет  
г.Вологда*

Гибридные системы с каждым годом становятся все более и более популярными. Целью работы является создание новой ветрогенераторной установки, которая имела бы возможность в случае недостаточной выработки энергии, переключать систему на штатную сеть переменного тока, то есть, первичным источником энергии будет являться ветрогенератор, а вторичным – сеть переменного тока. Соответственно такая архитектура позволяет экономить электроэнергию потребляемую из сети переменного тока. Окупаемость данного проекта имеет срок не более 1 года.

В Вологодской области средняя скорость ветра составляет не более 5 метров в секунду. Наиболее эффективными в этих условиях являются ветроустановки с вертикальной осью вращения механической части. Это позволяет уменьшить начальный момент и момент страгивания, а также позволяет установить винт без каких-либо передаточных устройств. В качестве генератора был выбран синхронный двигатель на постоянных магнитах. Выбор объясняется тем, что машины с постоянными магнитами позволяют уменьшить потери в машине, а также (при полюсах, расположенных на роторе) устранить подвод тока через контактные кольца к обмотке возбуждения. Изменение напряжения под нагрузкой не очень велико, так как отношение короткого замыкания весьма значительно:  $OK3 \approx 3,5$ . Поэтому сеть будет питаться не от ветрогенератора напрямую, а от аккумулятора. Через выпрямитель сигнал ветрогенератора будет выпрямляться и с помощью ШИМ-модуляции на транзисторе питать батарею. Батарея в свою очередь будет подавать сигнал на автономный инвертор. Автономный инвертор с помощью ключей и встроенного трансформатора выдает на своем выходе прямоугольную синусоиду с напряжением 220 В. Предполагается, что в качестве потребителя будет выступать чувствительные к сигналу цифровые устройства, поэтому после автономного инвертора будет подключен феррорезонансный стабилизатор. Он позволяет сглаживать получающуюся синусоиду до синусоиды, которая поступает от сети переменного тока. Далее будет находиться управляемое реле и его ключ, которые позволят управлять системой и переключать источники питания.

В качестве управления был взят микроконтроллер компании AtmelAtiny8. Он будет выполнять всю работу, связанную с переключением транзисторных ключей. В качестве датчиков использовались датчики напряжения с аналого-

вым выходом. В качестве двигателя был взят двигатель **ВГБЖ -1,5(36)600-03**. Его основные характеристики: мощность 1500 Вт, напряжение 57 В, частота вращения 600 об/мин, момент страгивания 0,01 Нм, КПД – 0,9, масса 16 кг, габаритные размеры 210×300×35×60 мм.

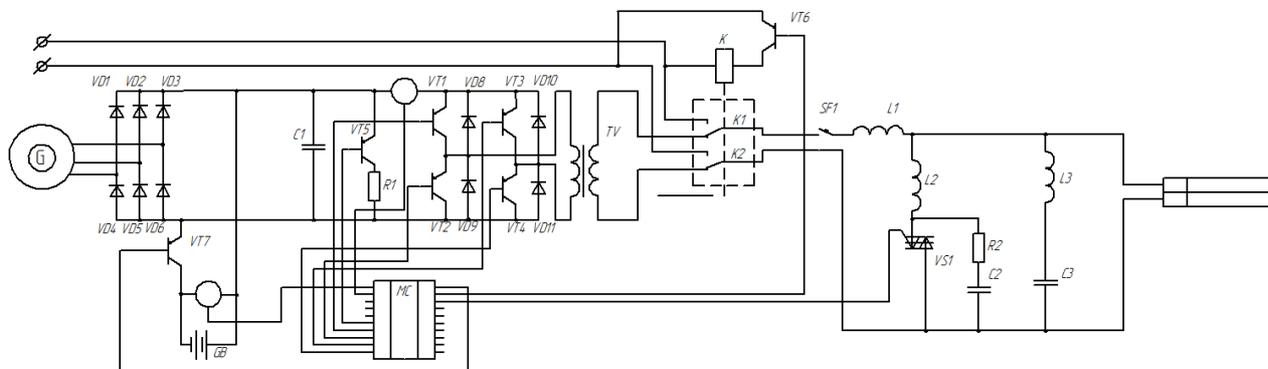


Рис. 1. Принципиальная схема устройства

Выбор аккумулятора производится исходя из графиков, представленных на рис. 2:

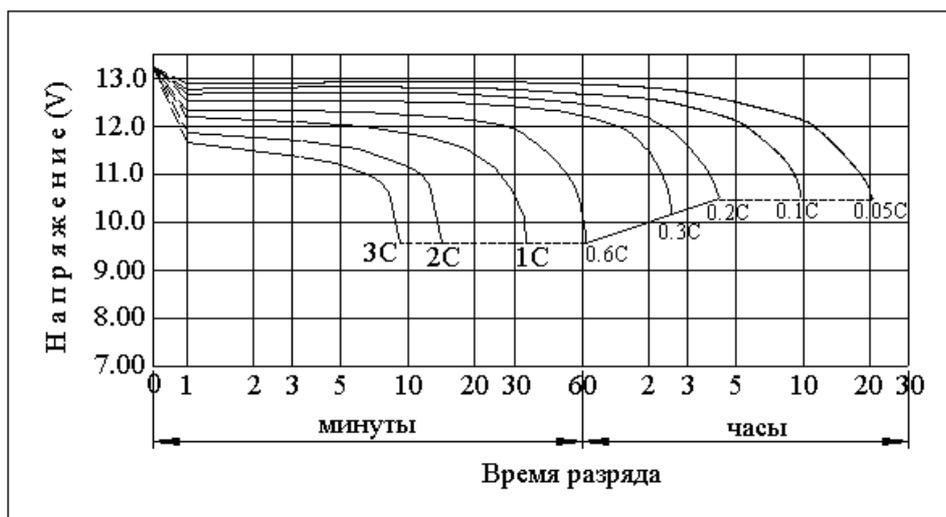


Рис. 2. График времени разряда аккумулятора

Данную систему возможно использовать в домашних условиях, а также на малых предприятиях. Система является промежуточным звеном между полностью независимым источником энергии и системой полностью зависимой от сети переменного тока.

1. Кашкаров, А.П. Ветрогенераторы, солнечные батареи и другие полезные конструкции/ Кашкаров А.П. – Москва : ДМК Пресс, 2011. – 144 с.

## СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СТАНКА С ЧПУ ДЛЯ ЧЕРЧЕНИЯ

*Е.В. Цветков*

*Д.А. Колесниченко, научный руководитель, ст. преподаватель*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Системы числового программного управления (ЧПУ) нашли широкое применение не только в различных отраслях промышленности (металлообработка, производство печатных плат и др.), но и в сфере компьютерного управления в приложениях плоской и объемной печати с помощью плоттеров и 3D принтеров.

В силу вышесказанного поставленная задача по созданию системы управления компактного станка с ЧПУ для черчения представляется достаточно актуальной.

Базовый алгоритм по получению конечного результата реализуется в следующей последовательности действий:

- создание рисунка или чертежа на компьютере вручную;
- трансформация графических данных в массив координат;
- передача массива по последовательному интерфейсу RS-232 на управляющий микроконтроллер (МК);
- построение МК траектории перемещения маркера (пера) по плоскости;
- управление электроприводами по двум координатам;
- формирование отклика МК на компьютер о завершении процесса воспроизведения траектории перемещения.

Структурная схема устройства представлена на рисунке.

Концевые выключатели, представленные на схеме, обеспечивают выход в нулевую точку в ортогональной системе координат при включении питания.

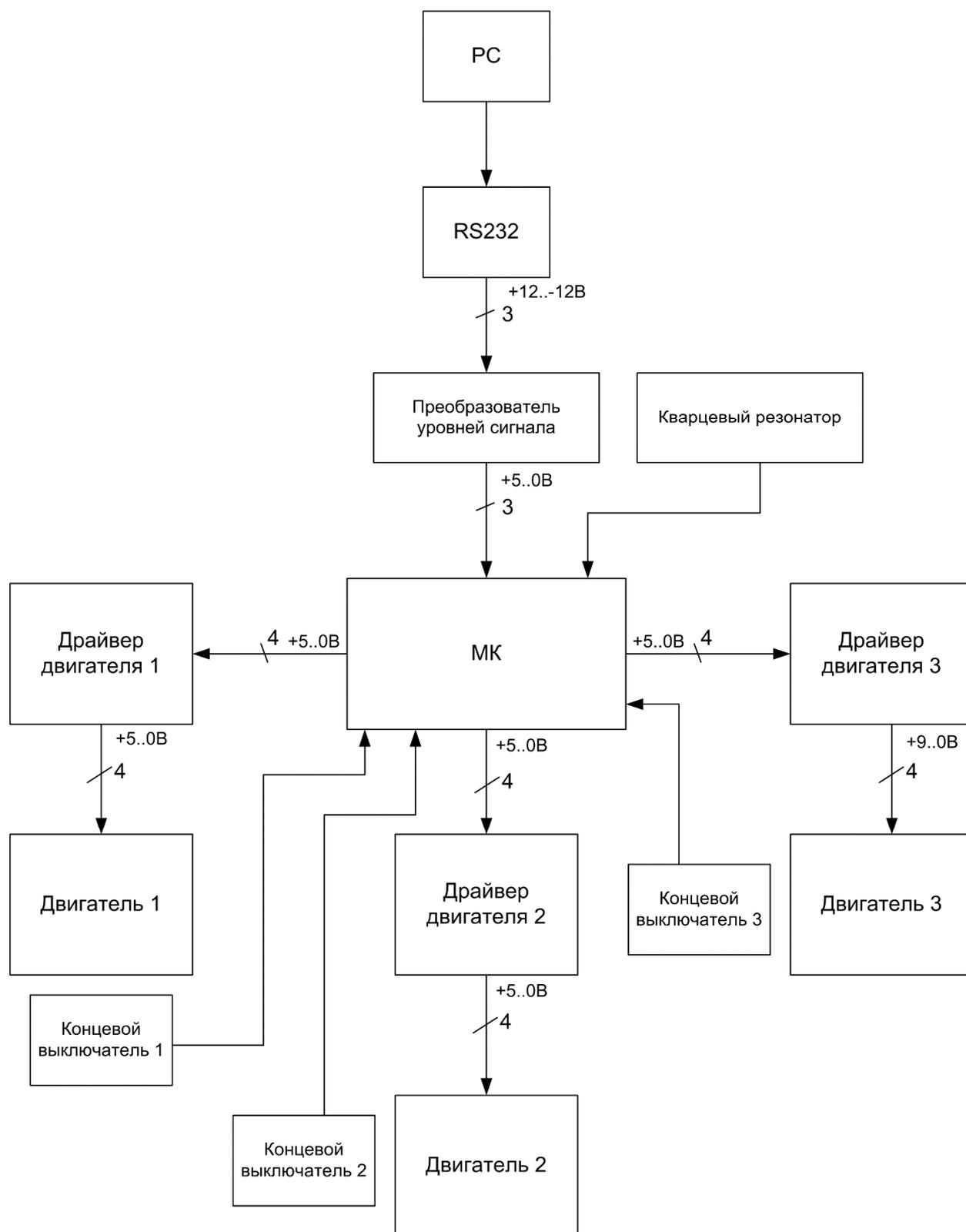
Двигатели 1 и 2 обеспечивают перемещение по координатам X и Y соответственно, а двигатель 3 выполняет подъем-опускание маркера (пера), с помощью которой формируется рисунок на бумаге или другом плоском материале.

Механика станка реализована на основе двух кинематических пар «ходовой винт – гайка». Вращение винтов осуществляется с помощью биполярных шаговых двигателей, передача управляющих сигналов на которые от МК происходит через соответствующие драйверы, обеспечивающие масштабирование токов и напряжений.

Программное обеспечение реализовано в среде AVR Studio применительно к МК ATmega16A, относящемуся к семейству высокопроизводительных универсальных микроконтроллеров фирмы Atmel [1].

Программа для компьютера написана на языке C# в Microsoft Visual Studio 2012.

Работоспособность станка подтверждена испытаниями макетного образца.



Рис

1. Ревич, Ю. В. Практическое программирование микроконтроллеров Atmel AVR на языке ассемблера. – 2-е изд., испр. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2011. – 352 с.: ил. – (Электроника).

## РАСЧЕТ НАГРЕВА ЭКРАНА КОНТРОЛЬНОГО КАБЕЛЯ В РЕЖИМЕ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

*А.В. Черепанов*

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

Современные электрические подстанции комплектуются микропроцессорными (МП) системами защиты и управления, где связь между датчиками и МП осуществляется контрольными кабелями. Для ограничения уровня кондуктивных высокочастотных и импульсных помех при ударах молнии, КЗ и коммутациях производится двустороннее заземление экранов кабеля. Проблему составляет нагрев экрана кабеля при протекании установившихся токов КЗ. Перегрев экрана ведет к повреждению кабеля и отказу всей системы защиты или управления.

Традиционная методика расчета температуры экрана кабеля установлена в ГОСТ 28895-91

$$\theta_f = (\theta_i + \beta) \cdot \exp\left(\frac{I_{ад}^2 \cdot \tau}{(\varepsilon \cdot K)^2 \cdot S^2}\right) - \beta. \quad (1)$$

К сожалению, выражение (1) не позволяет учесть увеличение сопротивления проводника при нагреве, и вследствие этого уменьшение тока при неизменном напряжении на концах экрана. Отсюда результаты, получаемые по (1), будут завышены.

В процессе КЗ напряжение, приложенное к экрану кабеля, меняется значительно меньше, чем ток. Отсюда другой подход к расчету нагрева экрана контрольного кабеля [1]

$$\theta_f = \sqrt{(\theta_i + \beta)^2 + \frac{2 \cdot U^2 \cdot \tau \cdot (\beta + 20)}{\varepsilon(\tau)^2 \cdot L^2 \cdot \sigma_1 \cdot \rho_0}} - \beta \quad (2)$$

Для инженерных расчетов предлагается упрощенная формула

$$\Delta\theta = 7 \cdot \left(\frac{U_{нэ}}{L}\right)^{1.5} \cdot \sqrt{\tau}. \quad (3)$$

Расчетное выражение (3) закреплено в стандарте СТО 56947007-29.130.15.114-2012. Несмотря на это полагаем, что замена (1) на (2)-(3) не является обоснованной.

Пусть температура нагрева рассчитана, и она превышает нормы. Проектировщику требуется найти технические решения по ее снижению. Согласно (1) для этого необходимо уменьшить ток экрана кабеля, например с помощью шины уравнивания потенциала (ШУП), проложенной рядом с кабелем. Но, если принять расчетные выражения (2) и (3), то снижать надо напряжение, при-

ложенное к экрану кабеля. Сделать это значительно сложнее. ШУП лишь незначительно уменьшит напряжение кабеля и этот способ будет рассматриваться проектировщиком как неэффективный. Причина в том, что формулы (2)-(3) получены для уединенного кабеля, без учета взаимной магнитной связи с проводниками заземлителя и ШУП.

Мы остаемся на позиции, что источником нагрева кабеля является ток экрана, расчетное выражение (1) по-прежнему применимо для инженерных расчетов, но для повышения точности расчета его следует использовать в шаговых алгоритмах с учетом изменения тока экрана в течение КЗ.

Разобьем временной интервал режима КЗ на  $n$  равных временных шагов длиной  $h$ . Тогда температура нагрева в конце  $n$ -го шага равна,  $^{\circ}\text{C}$ :

$$\theta_n = (\theta_{n-1} + \beta) \cdot \exp\left[\frac{I_{n-1}^2 \cdot h}{(S \cdot \varepsilon_n \cdot K)^2}\right] - \beta. \quad (4)$$

Ток в конце  $n$ -го шага, А:

$$I_n = \frac{I_{n-1}}{1 + \frac{\theta_n - \theta_{n-1}}{\beta}}. \quad (5)$$

В качестве примера рассмотрим заземляющую сетку размерами 100x100 м с ячейками 10x10 м в грунте с удельным сопротивлением  $\rho=100 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ . Примем ток однофазного КЗ на землю – 20 кА. Пусть экранированный контрольный кабель с двусторонним заземлением длиной 141 м проложен по диагонали сетки, диаметр экрана кабеля  $d=8$  мм, толщина экрана  $\delta=0.06$  мм, материал экрана – медь. В результате расчета в программе ZYM получили: ток в экране – 373 А, разность потенциалов между заземленными концами – 809 В.

Результаты расчета температуры экрана представлены на рисунке.

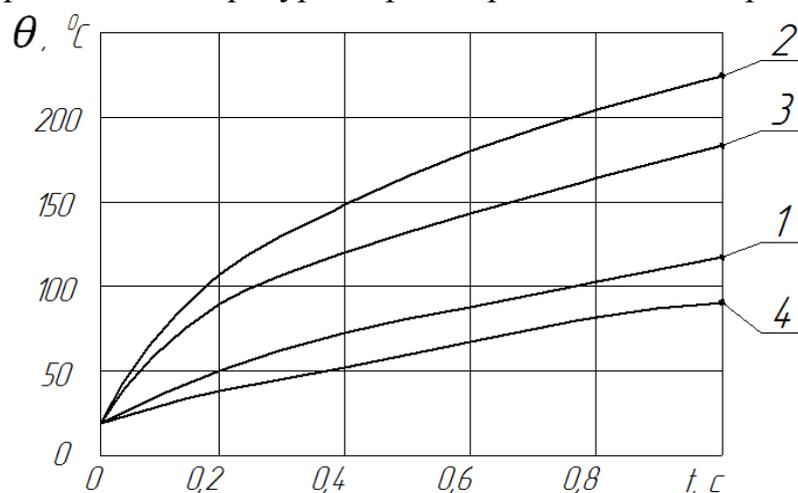


Рис. Зависимость температуры нагрева экрана контрольного кабеля от времени КЗ:

1 – по (1); 2 – по (2); 3 – по (3); 4 – по (4)

Выводы:

- Расчет нагрева по напряжению, приложенному к концам экрана [1] не учитывает взаимного влияния между элементами ЗУ и экраном кабеля, результаты получаются завышенными.

- Формула (1), реализованная в шаговом алгоритме, может быть по-прежнему рекомендована для инженерных расчетов.

1. Нестеров С.Н., Прохоренко С.В. Экраны контрольных кабелей. Расчетная оценка термической стойкости // Новости ЭлектроТехники. – 2008. – № 5(53).

## МОЛЕКУЛА ЙОДА КАК МОДЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ КВАНТОВОГО КОМПЬЮТИНГА

*И.Н. Черепанов*

*А.М. Правилон, научный руководитель, д-р физ.-мат. наук, профессор  
Санкт-Петербургский государственный университет  
г. Санкт-Петербург*

Двухатомные молекулы галогенов являются удобными модельными системами для исследования большого круга задач молекулярной кинетики. В частности, молекула йода  $I_2$  широко используется для изучения закономерностей, которые управляют заселением и распадом возбужденных состояний молекул и слабо связанных комплексов с их участием. Понимание этих закономерностей необходимо для описания процессов, происходящих в самых разнообразных газофазных средах, начиная от плазмы и заканчивая атмосферами других планет.

Также стоит отметить, что с момента публикации американским физиком Р. Фейнманом своей классической работы [1] об идее создания квантового компьютера огромное количество ученых бросило свои силы на поиск идеальной системы для реализации квантовых алгоритмов. Упомянутые алгоритмы позволяют решать такие задачи, на которые классическому современному компьютеру (и даже суперкомпьютеру) потребуются времена, сравнимые с временем жизни Вселенной. Другими словами, обычный компьютер здесь бессилен. Именно поэтому понимание процессов эволюции возбужденных состояний молекул применительно к задачам квантового контроля приобретает ценность не только для фундаментальных исследований, но и для практических целей. Молекуле  $I_2$  как одной из самых изученных сложных молекулярных систем посвящено множество теоретических работ [2] (и ссылки в ней) в этом направлении.

Основная идея проекта заключается в том, что в качестве кубитов (наименьших элементов для хранения информации) в квантовом компьютере будут удобны колебательные уровни слабо связанных состояний. Реализация подобных систем описывается теорией оптимального контроля (Optimal Control Theory – OCT). Но прежде чем приступить к практическому решению столь сложных задач, необходимо получить характеристики состояний, которые мы собираемся использовать.

Молекула  $I_2$  имеет 23 валентных состояния, коррелирующих с тремя пределами диссоциации:  $(^2P_{3/2}) + I(^2P_{3/2}) - (aa)$ ,  $I(^2P_{3/2}) + I(^2P_{1/2}) - (ab)$ ,  $I(^2P_{1/2}) + I(^2P_{1/2}) - (bb)$ , и 20 ионно-парных (ИП) состояний, коррелирующих с пределами  $\Gamma(^1S) + \Gamma(^3P_J)$ ,  $J = 2, 1, 0$ ,  $^1D$ ,  $^1S$ . В настоящее время некоторые валентные состояния очень плохо изучены экспериментально. Таким образом, целью данного исследования является определение спектроскопических характеристик слабо связанных состояний  $(3,4)1_u(ab)$ .

Работа основана на анализе спектров люминесценции из ИП состояний  $\beta 1_g$  и  $G 1_g$ . Чтобы заселить выбранные ровибронные уровни ИП состояний, мы успешно используем двух- и трехступенчатые лазерные схемы возбуждения, которые можно представить в следующем виде:

$$\beta 1_g(v_\beta, J_\beta) \xleftarrow{\lambda_2} 1_u(v_1, J_1) \xleftarrow{\lambda_f} V 0_u^+(v_B, J_B) \xleftarrow{\lambda_1} X 0_g^+(v_x, J_x)$$

$$G 1_g(v_G, J_G) \xleftarrow{\lambda_2} V 0_u^+(v_B, J_B) \xleftarrow{\lambda_1} X 0_g^+(v_x, J_x)$$

В ходе работы были измерены спектры люминесценции из  $v_\beta = 7, 9, 17, 22, 25$  и  $v_G = 6, 9$  колебательных уровней ИП состояний  $\beta 1_g$  и  $G 1_g$ .

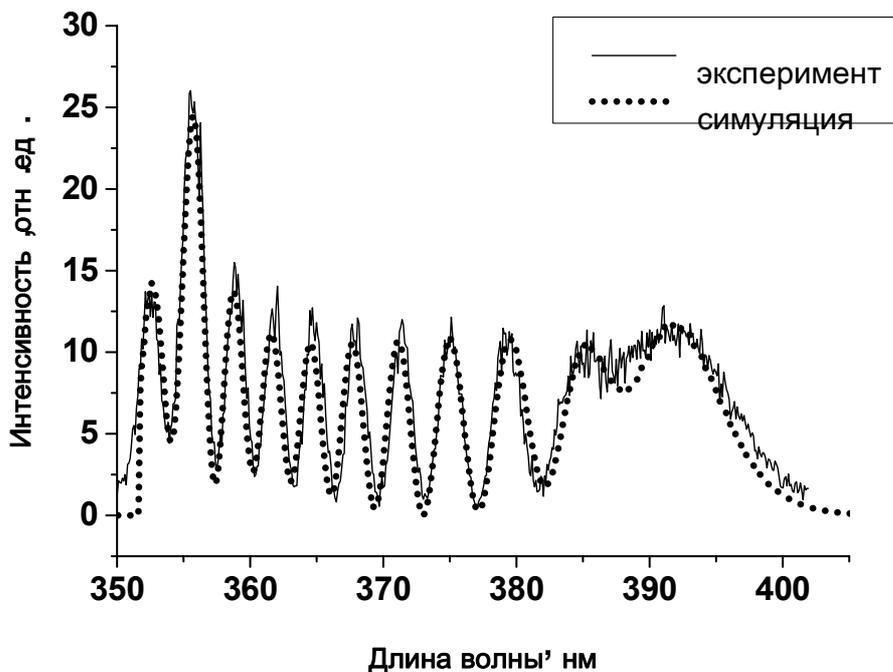


Рис. Спектр люминесценции из состояния  $G 1_g(9,48)$ : экспериментальный и модельный

Как результат, были получены коэффициенты Данхема для состояния  $(3)1_u(ab)$ . Кроме того, построена кривая потенциальной энергии для  $(3)1_u(ab)$  и отталкивательная ветвь потенциала для состояния  $(4)1_u(ab)$ . Также мы вычислили функции дипольных моментов переходов  $I_2(\beta 1_g, G 1_g \rightarrow 1_u(ab))$ . Наконец, было обнаружено, что полученные данные находятся в хорошем согласии с результатами теоретических расчетов.

Выполненная работа является первым шагом в попытках использовать колебательные состояния молекул в качестве квантовых кубитов. Все результаты уникальны, получены впервые и уже опубликованы нами в журнале *J. Phys. B: Atom, Molecular and Optical Physics*.

1. R. Feynman // *Int. J. Theor. Phys.* v. 21, p. 467 (1982)
2. Y. Ohtsuki // *New J. Phys.* v. 12, 045002 (2010)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПОСТОЯННОГО ТОКА

*А.В. Шадрин*

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

Целью данной работы является оценка энергетических показателей электропривода постоянного тока на основе данных, полученных в ходе эксперимента.

Исследуемыми объектами являлись преобразователь постоянного тока Siemens Simoreg DC-Master 6RA7013-6DV62 и электродвигатель 2ПН100МУХЛ4, входящие в состав стенда для исследований энергетических характеристик электроприводов. Полученные данные обрабатывались в математическом пакете Mathcad по формулам, приведенным в [1, 2].

На рис. 1 представлены формы напряжения и тока на входе преобразователя. Ток имеет явно выраженную несинусоидальную форму, характерную для преобразователей, использующих фазовое регулирование. Форма напряжения близка к синусоидальной.

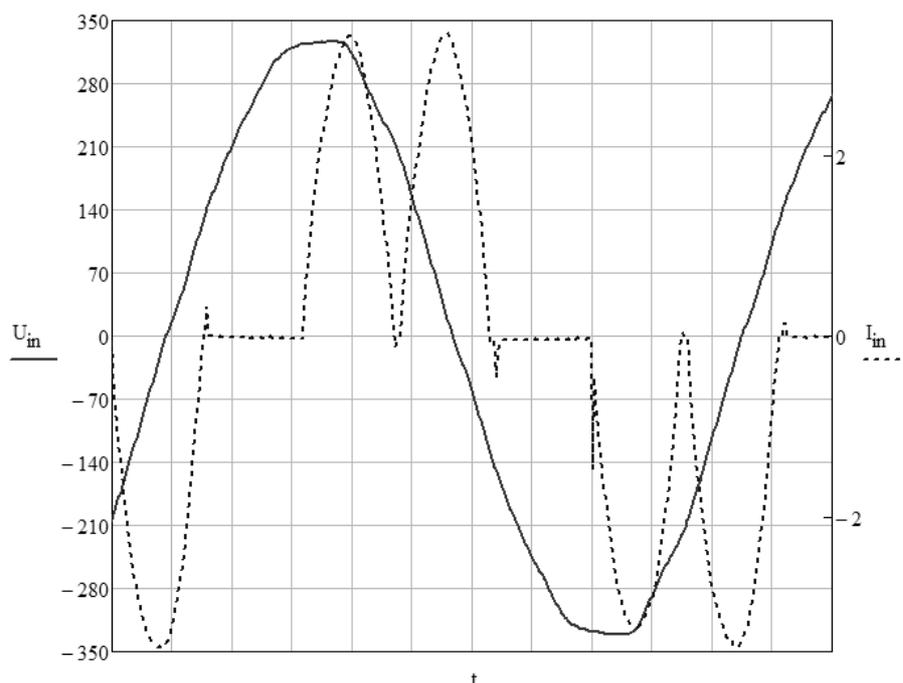


Рис. 1. Формы напряжения и тока на входе преобразователя

На рис. 2 представлена зависимость КПД электропривода постоянного тока от выходной мощности. С увеличением мощности КПД возрастает, достигая максимального значения при выходной мощности, равной  $0.8P_{\text{НОМ}}$ . При выходной мощности больше номинальной КПД снижается из-за увеличения электрических потерь в якоре электродвигателя.

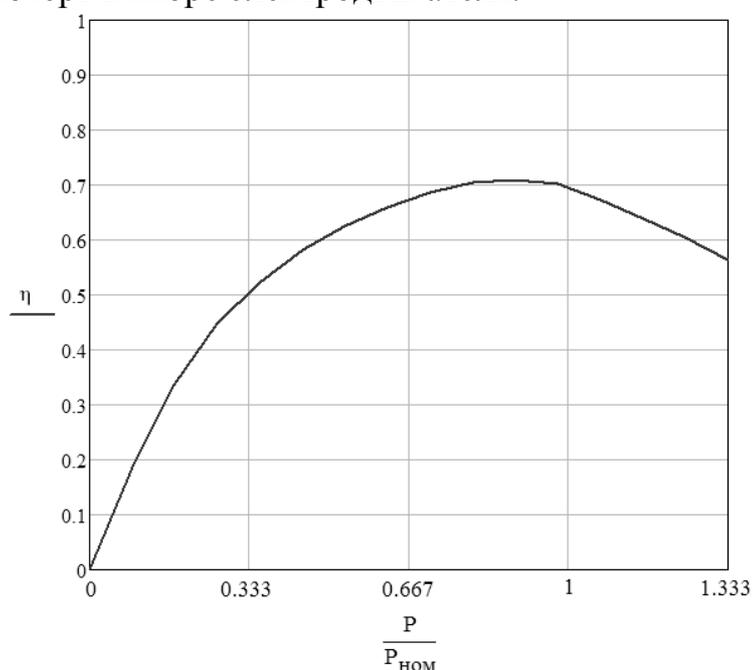


Рис. 2. Зависимость КПД электропривода от выходной мощности

Полная мощность на входе преобразователя при номинальной нагрузке составила 1960 ВА, а реактивная 1570 ВАр.

Мощность искажений при номинальной нагрузке:

$$T = \sqrt{S^2 - P^2 - Q^2} = \sqrt{1960^2 - 1040^2 - 1570^2} = 550 \text{ ВА}$$

На рис. 3 приведена зависимость коэффициента мощности электропривода от выходной мощности.

С увеличением нагрузки коэффициент мощности увеличивается, достигая максимального значения 0.62 при номинальной мощности.

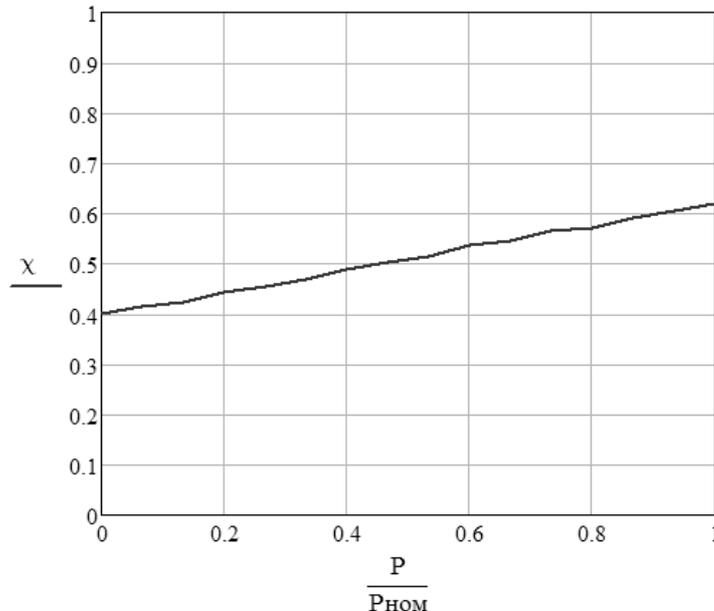


Рис. 3. Зависимость коэффициента мощности электропривода от выходной мощности

Таким образом, на основе данных, полученных экспериментальным путем, установлены следующие свойства электропривода постоянного тока:

- КПД электропривода имеет низкое значение и достигает максимального значения 70% при мощности  $0.8P_{ном}$ ;
- из-за низкого коэффициента мощности появляются дополнительные потери на нагрев проводников;
- наблюдается искажение формы тока, вследствие чего электропривод оказывает негативное влияние на сеть.

Следовательно, рассматриваемый электропривод по энергетическим показателям не является оптимальным решением с учетом современных требований, предъявляемых к энергоэффективному оборудованию.

1. Бессонов, Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи [Текст]: учебник / Л.А. Бессонов. – 11-е изд., перераб. и доп. – Москва : Гардарики, 2007. – 701 с.: ил.

2. Ильинский, Н.Ф. Общий курс электропривода [Текст]: учебник для вузов / Н.Ф. Ильинский, В.Ф. Козаченко. – Москва : Энергоатомиздат, 1992. – 544 с.

## РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ОБРАБОТКИ ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ

*А.В. Губанов*

*Т.В. Жемчужкина, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

*Т.В. Носова, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Харьковский национальный университет радиоэлектроники  
г. Харьков

В современном мире проблема заболеваний мышечной системы занимает не последнее место. Это вызвано рядом факторов, таких как малоподвижный образ жизни и труда, производственные травмы, врождённые патологии и др. Для диагностики данных заболеваний может использоваться анализ электрических потенциалов мышц.

Электромиография (ЭМГ) является единственным объективным и информативным методом исследования функционального состояния периферической нервной системы, патология которой в структуре неврологических заболеваний занимает ведущее место. Электромиографические исследования позволяют не только установить характер заболевания, проводить его топическую диагностику, но и объективно контролировать эффективность лечения, прогнозировать время и этапы восстановления.

Методы анализа электромиографического сигнала имеют ряд достоинств и недостатков [1].

Достоинством визуального анализа ЭМГ является отсутствие необходимости дополнительного оборудования и программного обеспечения для проведения качественного анализа. Недостатки: оценка субъективна, присущ человеческий фактор, качество анализа напрямую зависит от опыта специалиста.

При расчете потенциала действия двигательных единиц также не требуется дополнительное оборудование и программное обеспечение, а также опытный специалист. Недостатком данного метода является необходимость большого количества проведенных исследований, а после анализа можно судить только о характере патологического процесса.

Расчет М-ответа при стимуляционной ЭМГ позволяет не использовать специальное дополнительное оборудование и программное обеспечение, а также присутствие опытного специалиста. К недостаткам можно отнести тот факт, что проведение стимуляции мышц, позволяет оценить только состояние нервно-мышечной передачи.

На сегодняшний день корреляционный анализ ЭМГ является малоизученным методом. Для его проведения необходимо дополнительное оборудование и программное обеспечение, однако он не требует опытного специалиста.

Для спектрального анализа ЭМГ необходимо дополнительное оборудование и программное обеспечение. Спектральный анализ переводит описание сигнала из временной области в частотную. Таким образом, спектральное представление сигналов позволяет изучать их частотный состав, то есть судить о том, какой вклад в формирование сигнала вносят колебания определенных частот.

Задачей работы является создание компьютерного модуля системы для спектрального анализа ЭМГ сигнала, который позволит рассчитывать основные спектральные характеристики с возможностью наглядного представления динамики медианной частоты, возможностью работы как с одним файлом, так и с пакетом файлов, а также возможностью ведения базы данных пациентов.

Для решения поставленной задачи была разработана структурная схема системы обработки и анализа электромиографических данных [2].

Врач размещает электроды на теле пациента, поверхностный сигнал с мышц усиливается и проходит предварительную фильтрацию непосредственно в электромиографе, после чего передается для дальнейшей обработки и анализа в персональный компьютер. На основе обработанных ЭМГ данных врач делает окончательное заключение о состоянии периферической нервной системы пациента и по установленному диагнозу назначает соответствующее лечение.

Разработанный программный модуль рассчитывает основные спектральные характеристики: медианная частота, средняя частота, пиковая частота, средняя мощность, общая мощность.

Разработана структурная схема системы спектрального анализа ЭМГ-сигнала, которая предусматривает обработку электромиографических данных как по отдельности, так и пакетом. Обработка предполагает возможность вырезания фрагмента сигнала по выбору врача, расчет спектральных количественных характеристик (медианная частота, средняя частота, пиковая частота, средняя мощность, общая мощность), построение графика спектральной плотности мощности и динамики медианной частоты, а также расчет скорости изменения медианной частоты. Система позволяет сохранять рассчитанные параметры совместно с информацией о пациенте и условиях съема ЭМГ-сигнала в базу данных.

1. Зайченко К.В., Жаринов О.О. Съем и обработка биоэлектрических сигналов : учеб. пособие. – Санкт-Петербург, 2001. – С. 52-95.

2. Носова Т.В., Жемчужкина Т.В., Радченко В.И. К вопросу моделирования электромиографического процесса // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2008. – №5/5(35). – С. 33-36.

**ДИФРАКЦИЯ НА ЭРИТРОЦИТАХ КРОВИ ЧЕЛОВЕКА****А.Г. Егоров, Н.В. Черняев****С.К. Корнейчук**, научный руководитель, канд. физ.-мат. наук, доцент

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В биологии и медицине широко применяются когерентно-оптические методы исследования и диагностики биологических объектов микронных размеров. Наиболее широко среди них используется дифракционный метод. Он позволяет получать информацию об измеряемом объекте при минимальном воздействии, обладает высоким быстродействием и чувствительностью. Одним из наиболее распространенных объектов дифрактометрического исследования являются красные клетки крови. Дифрактометрия основана на зависимости параметров дифракционной картины (ДК) от параметров объекта.

Целью работы является измерение размеров эритроцитов крови человека. Нормальный эритроцит по своей форме похож на двояковогнутую линзу со средней толщиной около 2 мкм и диаметром около 8,5 мкм. В мазке крови на стекле он лежит как плоский диск. Внутри эритроцит содержит белок гемоглобин, который сильно поглощает свет. Поэтому как оптический объект одиночный эритроцит в первом приближении представляет собой непрозрачный кружок, размеры которого сопоставимы с длиной волны. Соответствующая дифракционная картина имеет вид чередующихся светлых и темных концентрических колец с ярким пятном – нулевым максимумом в центре.

Был проведен эксперимент с использованием гелий-неонового лазера ( $\lambda = 630$  нм) и микроскопа, который выводит изображение на экран компьютера, для измерения размеров эритроцитов в крови человека.

С помощью микроскопа получили увеличенное изображение эритроцитов крови, а затем, используя программу Motic Educator [1], вывели изображение на монитор компьютера и измерили их параметры: длина эритроцита - 3.3 мкм и ширина - 2.4 мкм.

Используя метод дифракции (рис.1), согласно теории Гюйгенса-Френеля [2] по формуле (1) рассчитали диаметр эритроцитов

$$D_i = \frac{k * \lambda}{r_i} * \sqrt{r_i^2 + L^2}, \quad (1)$$

где  $L$  – расстояние от образца до экрана;

$D$  – диаметр эритроцита;

$r_i$  – радиусы темных колец;

$k$  – коэффициент.



Рис. Интенсивность дифракционной картины, создаваемой мазком крови

С учетом погрешности, рассчитанной по формуле (2)

$$\Delta \bar{D} = t_{n,\alpha} \sqrt{\frac{\sum (\Delta D_i)^2}{n(n-1)}}, \quad (2)$$

где  $t_{n,\alpha} = 4.3$  – коэффициент Стьюдента для  $n=3$  и доверительной вероятностью  $\alpha=0,95$ , получили  $D=5,69 \pm 0,127$  мкм.

1. Motic Educator сайт: <http://www.motic.com/>

2. Курс физики: учебник для вузов по техн. специальностям. Т.2 / под ред. В.Н.Лозовского. – Изд. 4-3, стер. – Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2006. – 590 с.

## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПОЛУЧЕНИЯ СОРБЕНТА НА ОСНОВЕ ФИБРОИНА НАТУРАЛЬНОГО ШЁЛКА

*Н.С. Иванова*

*Т.С. Пак, научный руководитель, канд. хим. наук, доцент*

Псковский государственный университет

г. Псков

Известно [1], что каким бы высоким сродством к патологическим метаболитам и ядам не обладал сорбент, в качестве сорбента для очистки крови он может быть использован лишь при условии хорошей совместимости с кровью, а это предполагает, что сорбент не должен оказывать выраженного отрицательного влияния на нормальные компоненты крови и что на внешней поверхности сорбента при контакте с кровью не должны образовываться тромбы.

Одним из факторов, влияющих на тромбообразование, является форма частиц сорбента. Частицы сорбента неправильной формы при контакте с кровью вызывают на своей внешней поверхности образование тромба, что приво-

дит, с одной стороны, к большей остаточной кровопотере, а с другой стороны, – ухудшает гидродинамику работы массообменного устройства и кинетику сорбции целевых метаболитов.

С этой точки зрения оптимальными являются сферические гранулы, так как при такой форме гранул не травмируются форменные элементы крови и очень мала вероятность тромбообразования на их поверхности. Кроме того, в перфузате на выходе из колонки должны отсутствовать токсические и нефилтруемые примеси, т.е. сопоставимые по размерам с форменными элементами крови пылевые частицы, а это определяется механической прочностью адсорбента и формой гранул. В этом отношении гранулы сферической формы также имеют существенное преимущество.

В связи с этим перед нами стояла задача получения гранул сорбента из ФНШ по форме приближающейся к эллипсу или сфере.

Форму частиц, приближенную к сферической, можно достичь различными методами. В основе описанных в литературе способов лежат процессы экстракции и испарения растворителя, характерными стадиями которых, являются: каплеобразование, стабилизация системы капля/частица и удаление растворителя. Поэтому интересным было исследование возможности применения этой технологии для получения гранулированной формы ФНШ.

Важную роль в получении гранул играет процесс каплеобразования, зависящий от свойств раствора полимера и от природы используемых растворителей. В связи с этим нами исследовано влияние природы растворителя на свойства растворов фнш, концентрации раствора фнш на форму и размер гранул, а также условия получения эмульсии.

На основании проведенных исследований установлено, что:

1) лучшая растворимость при более низкой температуре (высокая температура растворения приводит к необратимым деструкционным процессам) достигается при введении в основной растворитель (63%-процентный водный раствор роданистого натрия) органических соединений, характеризующихся различными свойствами, так как добавки органических жидкостей усиливают тенденцию к обогащению конформационного набора полипептидных цепей, что облегчает растворимость фиброина в неорганических солях [2];

2) природа вводимого соразтворителя оказывает значительное влияние на характеристическую вязкость растворов фнш;

3) увеличение концентрации полярного соразтворителя приводит к ослаблению внутрицепных водородных связей в фиброине, адгезионные контакты полярной добавки снижают его жесткость, что приводит к глобулизации макромолекул и снижению вязкости [2];

4) исследование влияния продолжительности перемешивания на размер капель показало, что перемешивание сверх оптимального времени незначительно улучшает качество эмульсии. При оптимальных условиях эмульгирования

средние размеры капель уменьшаются очень быстро в течение первых нескольких секунд и постепенно достигают необходимого значения за 5 минут;

5) экспериментально было подтверждено, что при увеличении скорости вращения и диаметра мешалки, а также при уменьшении диаметра смесителя, поверхность капель возрастает. Поверхность капель возрастает также пропорционально разности плотностей дисперсионной среды и дисперсной фазы. Чем больше отличаются жидкости по плотности, тем больше отличаются скорости капель, и лучше или хуже идет диспергирование;

5) температура оказывает косвенное влияние на получение эмульсии и существенное влияние она оказывает в промывной ванне.

Физико-химические свойства гранул, полученных из разных растворов ФНШ, исследовались методами электронной микроскопии, ИК-спектроскопии, рентгеноструктурного и сорбционного анализов.

Как показали исследования, морфология получаемых осадков (гранул) фиброина из разных растворов различна. На дифрактограмме осадков фиброина из "роданистых" растворов также более четко выражен диффузный максимум дифракционной кривой в области углов  $2\theta = 15 - 23^\circ$ .

ИК-спектры исходного фиброина и переосажденного из раствора роданистого натрия (осадка) идентичны.

1. Горчаков В.Д., Сергиенко В.И., Владимиров В.Г. Селективные гемосорбенты. – Москва : Медицина, 1989.-89с.

2. Physical Properties and structure of silk. Crystallisation of amorphous silk fibroin induced by immersion in mentanol //Magoshi Y, Nakamura S. // Y.Polym sci-1981-19. – № 1. – С. 185-186.

## УЛУЧШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭКСИМЕРНОГО ЛАЗЕРА

**И.В. Колосов**

**М.Ф. Умаров**, научный руководитель, д-р физ.-мат. наук, профессор  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Эксимерные лазеры широко используются в глазной хирургии благодаря мощному ультрафиолетовому излучению, малому разбросу длины волны и возможности плавной её настройки. Недостатком существующих лазерных аппаратов является высокая стоимость эксплуатации лазера из-за повышенного расхода дорогостоящих благородных газов. Кроме того, при работе криогенной очистки расходуется жидкий азот, что также повышает стоимость экс-

плуатации. Другим недостатком системы является необходимость работы с чистыми галогенами ( $F_2$ ,  $Cl_2$ , газообразный  $HCl$ ) или их смесями с благородными газами ( $He$  или  $Ne$ ), поэтому всегда существует опасность отравления обслуживающего персонала и пациентов в случае утечки газа.

Генератор  $HCl$  (рис.1) представляет собой барабан 3, работающий по трем циклам, лопасти 4, отделяющие отсеки, отверстие 1, насосы для удаления полезных продуктов реакции 2, трубки-разъема для подачи и обогащения  $HCl$  6, отсек для установки геттера 5.

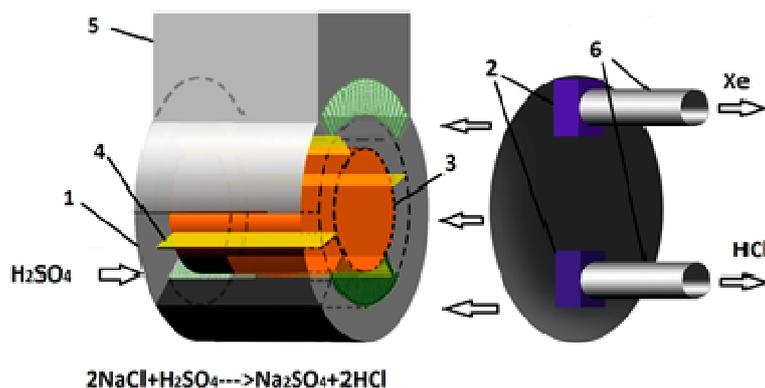


Рис. 1. Генератор  $HCl$

Рабочий ход - пары  $H_2SO_4$ , подаваемые в нижний отсек, реагируют с находящимся в нем  $NaCl$ , получая на выходе газообразный  $HCl$ . Далее барабан проворачивается по часовой стрелке, вынося через отверстие 1 нерастворимый  $Na_2SO_4$ . Затем верхний отсек генератора заполняется  $NaCl$ , образовавшемся на геттере благодаря реакции газовой смеси с последним. Затем цикл замыкается, т.е. барабан не движется до тех пор, пока в верхнем отсеке не наберется достаточное количество  $NaCl$ . В таком случае барабан проворачивается, отсек с  $NaCl$  оказывается внизу, где происходит реакция с парами  $H_2SO_4$  и обогащение активной среды  $HCl$ . В результате, подав на вход пары  $H_2SO_4$ , заполнив камеру  $NaCl$ , на выходе мы получаем благородный газ  $Xe$  и газообразный  $HCl$ .

Генератор паров  $H_2SO_4$  (рис. 2) состоит из нагревателя 10 и регулятора температуры 9; отсека с  $H_2SO_4$  8; камерой испарения 7; выхода генератора 11.

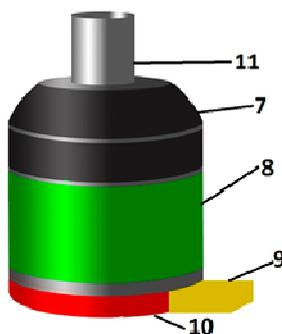


Рис. 2. Генератор паров  $H_2SO_4$

Регулятор температуры 9 устанавливает температуру нагревателя 10 от 20° до 200°С, таким образом, изменяется концентрация выделяемых паров  $H_2SO_4$ , следовательно, и концентрация  $HCl$ .

Геттер (рис.3) предлагается выполнить из  $Na$ , самого дешевого щелочно-земельного металла из возможных. Состоит из трубки подачи отработанной газовой смеси 12; УЗ - генератора 13 и сетки 14, выполненной из  $Na$ . Димеры газовой смеси в обычном состоянии не образуют химических соединений, но примерно 10% остаются в соединенном состоянии. Такая смесь ( $Xe$ ,  $XeCl$ ,  $H_2$ ,  $Cl_2$ ) сортируется, при этом  $H_2$  и  $Cl_2$  образуют две молекулы  $HCl$ , которые вместе с тремя молекулами  $Xe$  удаляется обратно в активную среду.

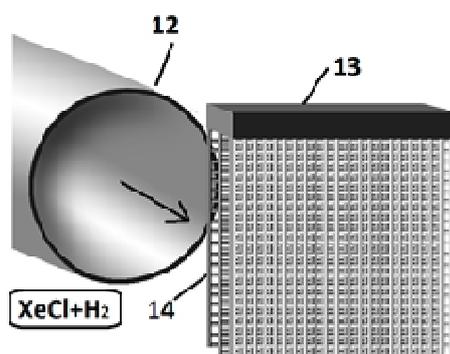


Рис. 3. Геттер

При этом система получается полностью замкнутой. Начиная со второго цикла откачки из активной среды, генератор паров  $H_2SO_4$  нужен лишь для обогащения  $HCl$  последней, который уже будет находиться в системе после первого цикла. До момента следующей реакции, которая наступит тогда, когда заполнится верхний отсек  $NaCl$ , генератор паров  $H_2SO_4$  отключается.

На основе полученных результатов можно сделать следующие выводы: представляемая система не требует постоянного пополнения  $H_2SO_4$  и  $NaCl$ ; является безопасной для персонала и окружающей среды; установка экологически чистая; расход реагентов по сравнению с готовым  $HCl$  (в баллонах) снижается в 4-5 раз.

## ЗАДАЧИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ АППАРАТА ДЛЯ ГЕМОДИАЛИЗА

*Ю.П. Кузнецова*

*М. Ф. Умаров, научный руководитель, д-р физ.-мат. наук, профессор  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

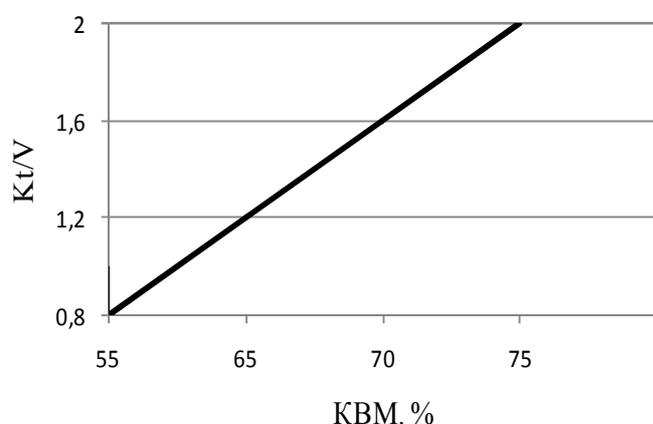
Цель работы: определить зависимость параметров, биомониторинг которых влияет на результат проведения процедуры гемодиализа.

Проблема продолжительности жизни с хронической болезнью почек (ХБП) имеет большую актуальность, так как число больных с каждым годом возрастает, а возможности улучшения качества процедуры гемодиализа становятся намного шире, особенно благодаря компьютеризованному биомониторингу. Глубокое изучение зависимости смертности от различных параметров, напрямую связанных с гемодиализом, позволяет исключить множество рисков, от которых зависит продолжительность жизни.

Гемодиализ – метод очищения крови вне организма с использованием искусственного фильтра (диализатора). Во время гемодиализа кровь пациента протекает через диализатор и освобождается от токсических продуктов обмена веществ.

Полупроницаемая мембрана это основная функциональная часть аппарата «искусственная почка», которая находится в диализаторе и непосредственно очищает кровь пациента.

Качество гемодиализа оценивается при помощи таких параметров, как коэффициент выведения мочевины (КВМ), диализной дозы ( $Kt/V$ , где  $K$  - клиренс мочевины,  $t$  - длительность диализа,  $V$  - объем распределения мочевины) и степень катаболизма белка.



*Рис. 1. Зависимость  
величины  $Kt/V$  от КВМ*

Научно доказано, что КВМ должен быть не менее 65%, а  $Kt/V$  в пределах от 1 до 1,2. Увеличивая постепенно диализную дозу, можно заметить, что она линейно зависит от КВМ. Представим данную зависимость в виде графика (рис. 1).

Степень катаболизма белка (PCR) еще один из важнейших параметров гемодиализа, так же линейно связанный с диализной дозой ( $Kt/V$ ).

По данным японского диализного общества за 1992 г., при  $PCR \leq 1,2$  г/кг/день смертность больных начинает постоянно возрастать. Это значит, если у пациентов наблюдается высокая степень катаболизма, то продолжительность их жизни увеличивается, а заболеваемость уменьшается. Оптимальная величина степени катаболизма белка так же, как и диализная доза составляет 1,2.

Можно сделать вывод, что диализная доза линейно зависит от степени катаболизма белка. Приведем эту зависимость в виде графика (рис.2).

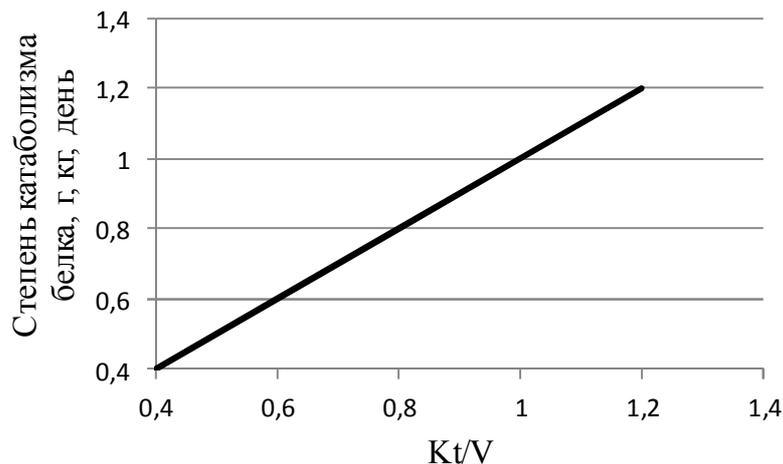


Рис. 2. Зависимость степени катаболизма белка от диализной дозы

В настоящее время проблему повышения качества гемодиализа практически в полной мере решает биомониторинг. Работа биомониторинга основана на использовании биологических сенсоров.

Изменение состава крови, прослеживается по отработанному диализату. Сенсор мочевины установлен на сливе диализата из аппарата. По его данным оказалось возможным осуществление мониторинга таких важных параметров гемодиализа, как диализная доза ( $Kt/V$ ), степень катаболизма белка, коэффициента выведения мочевины. Как мы уже выяснили, они все связаны линейной зависимостью и поэтому легко поддаются мониторингу.

### Выводы.

1. С помощью сенсора мочевины результат можно получить в графическом и цифровом виде, что позволяет корректировать работу аппарата при помощи предыдущих результатов, по принципу обратной связи.

2. Основные параметры оценивающее качество гемодиализа, связаны между собой линейно, увеличение проведения статистических исследований поможет уточнить их оптимальные величины для различных категорий пациентов.

3. Проблемы и задачи проектирования аппарата для гемодиализа связаны с расширением параметров, которые контролируются сенсорами. Увеличение числа параметров поможет обезопасить пациентов и качественно улучшить процедуру гемодиализа, а, следовательно, и увеличить продолжительность жизни.

## ВЛИЯНИЕ НАПИТКОВ НА КИСЛОТНО-ЩЕЛОЧНОЙ БАЛАНС ОРГАНИЗМА

*А. С. Лазарева*

*А. И. Домаков, научный руководитель, канд. техн. наук, профессор  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

В организме человека много различных сред, имеющих свой водородный показатель, иными словами определенный кислотный и щелочной баланс, в котором работают специальные ферменты всей системы. Исследования, связанные с изучением кислотно-щелочного баланса человека, с процессами, происходящими в организме при изменении рН внутренних жидкостей и тканей начались сравнительно недавно и актуальны в настоящее время.

Несмотря на наличие механизмов саморегулирования рН, непосредственное и наибольшее влияние на значение водородного показателя в организме человека оказывают употребляемые еда и напитки. В процессе метаболизма они образуют кислоту или щелочь, и тем самым влияют на кислотно-щелочной баланс внутренней среды организма, а именно крови, мочи и межтканевой жидкости.

Организм может выделять кислоты через желудочно-кишечный тракт, почки, легкие, кожу, накапливать их в тканях и нейтрализовать их с помощью минералов (таких, как калий, магний, натрий и кальций) для поддержания баланса, а при употреблении еды и напитков рН может изменяться в кислотную или щелочную сторону. Сильные изменения кислотно-щелочного баланса в щелочную сторону называются алкалозом, а в сторону увеличения кислотности – ацидозом. Алкалоз приводит к проблемам с кожей и печенью, обострению хронических заболеваний, аллергическим проявлениям, проблемам с кишечником. При повышенной кислотности возникают хрупкость костей, нарушение опорно-двигательного аппарата, заболевания сердечно-сосудистой системы и возникают проблемы с лишним весом. И хотя существуют исследования, доказывающие, что в слабощелочной среде не размножаются раковые клетки и вредные микроорганизмы, поддержание кислотно-щелочного баланса в организме очень важно.

В течение всей своей жизни человек употребляет огромное количество жидкости, совершенно не задумываясь о том, что он пьет. В последнее время на прилавках стали все в большем ассортименте появляться пакетированные соки, сладкие газированные напитки, вода с различными вкусовыми добавками. О пользе данных напитков говорить не приходится и перед нами встает вопрос: каким же образом они могут повлиять на здоровье человека?

Целью данной работы является измерение водородного показателя наиболее часто употребляемых напитков и выявление их влияния на кислотно-щелочной баланс организма.

Измерения проводились потенциометрическим методом с помощью иономера «Нитрон» при  $T=23^{\circ}\text{C}$ . Данные представлены в таблице.

Таблица

**Экспериментальные значения водородного показателя  
исследуемых напитков**

Название	Исследуемый объем, мл	Значение рН
Вода «Фруто-няня»	50	7,05
Вода «Липецкий бювет» негазированная	50	7,25
Вода «Липецкий бювет» газированная	50	4,81
Сок «Добрый» (апельсиновый)	50	3,87
Сок «Добрый» (яблочный)	50	3,74
Спрайт	50	3,23
Кока-кола	50	2,58
MountainDew	50	2,31
Чай «Нести» (с лимоном)	50	3,65
Чай черный	50	6,17
Растворимый кофе	50	5,89
Пепси	50	2,81

Таким образом, в результате исследования выяснилось, что сладкие сильногазированные напитки, пакетированные соки имеют достаточно низкий уровень рН. Чрезмерное их употребление закисляет организм и приводит к различным нарушениям. Данные напитки рекомендуется исключить из рациона и заменить на обычную воду. Это поможет поддерживать кислотно-щелочной баланс в норме и избежать различных тяжелых заболеваний и патологий.

## БАЗА ДАННЫХ ДЛЯ УЧЕТА БЕРЕМЕННЫХ ЖЕНЩИН В МЕДИКО-ГЕНЕТИЧЕСКОЙ КОНСУЛЬТАЦИИ

*Е.И. Лукашенко*

*М.Ф. Умаров, научный руководитель, д-р физ.-мат. наук, профессор*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Целью данной работы является создание базы данных (БД) для учета беременных женщин, чтобы упорядочить работу специалистов в медико-генетической консультации (МГК).

Создаваемая база данных актуальна и необходима, так как за последние годы увеличилось число беременных женщин и вследствие этого увеличилось число проводимых исследований в МГК. С её использованием уменьшится время, затрачиваемое на работу с данными пациента, а также на бумажную работу. В случае, когда данные содержатся в электронном виде, написание отчетов упрощается, будь то отчеты о результате исследования для пациента или отчеты о работе врача и лаборанта.

Работа МГК дала возможность ранней диагностики ряда генетических и врожденных заболеваний.

В медико-генетической консультации оказывают следующие виды услуг:

1. Медико-генетическое консультирование:

- консультация семей с наследственной и врожденной патологией;
- прогноз потомства;
- консультация пациентов по результатам скрининговых обследований.

2. Цитогенетические исследования.

2.1. Исследование полового хроматина в буккальном слое эпителия с целью выявления аномалий половых хромосом.

2.2. Хромосомный анализ (кариотипирование).

2.2.1. Диагностика хромосомных заболеваний.

2.2.2. Выявление скрытого носительства хромосомных перестроек.

2.2.3. Неонатальный скрининг-обследование всех новорожденных детей на 5 наследственных заболеваний: фенилкетонурия, врожденный гипотиреоз, адреногенитальный синдром, муковисцидоз и галактоземия.

3. Пренатальный биохимический скрининг-обследование беременных женщин во втором триместре беременности с целью выявления групп риска по рождению детей с хромосомными заболеваниями и дефектом нервной трубки в сроке 16-19 недель.

4. Диагностика наследственных болезней обмена аминокислот и углеводов методом тонкослойной хроматографии.

В настоящее время в консультации работают: врач генетик, врач детский эндокринолог, врач акушер - гинеколог, врачи лаборанты генетики, фельдшеры лаборанты, медицинские сестры, сестра хозяйка, санитарки.

Основные функции проектируемой базы данных являются работа с данными, новая запись, работа с отчетом и печать отчета. Рассмотрим каждый из них подробнее.

Главным окном БД является «Список пациентов» оно открывается при открытии данной базы данных, которое показано на рис. 1.

Список пациентов		
Иванова Ирина Игоревна	21.10.1985	6
Исақыева Илона Ивановна	06.07.1980	8
Оксенова Мария Константиновна	30.03.1989	7

поиск по ФИО:

дата от:  дата до:

Рис. 1. Внешний вид главного окна БД «Список пациентов»

Для полноценной работы базы данных необходимо четыре отчета, а именно «Отчет за период», «Отчет по врачам», «Отчет по лаборантам» и «Отчет по результатам». Рассмотрим созданные отчеты на примере «Отчета по лаборантам». В состав данного отчета входят данные, связанные с лаборантом «ФИО», «Дата проведения», «Номер обследования» и «№ п/п» (рис. 2).

Фамилия Имя Отчество:

№п/п:  Дата проведения:  Номер обследования:

---

Фамилия Имя Отчество:

№п/п:  Дата проведения:  Номер обследования:

---

Фамилия Имя Отчество:

№п/п:  Дата проведения:  Номер обследования:

Рис. 2. Внешний вид отчета «Отчет по лаборантам»

Таким образом, разработанная база данных содержит все необходимые элементы и должна существенно упростить работу специалистов МГК. На данный момент база данных проходит тестирование. После чего будут выявлены недостатки и проведена работа над их устранением. Также будут учтены пожелания работников медико-генетической консультации БУЗ ВО «ВОКБ» для улучшения работы базы.

## **БИОТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНЕ И СОВРЕМЕННЫЙ СОЦИУМ**

*А.С. Меранкова*

*А.П. Кузьмич, научный руководитель, канд. юрид. наук, доцент  
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия  
г. Горки*

Достижения в области физико-химической биологии и биотехнологии заложили основы новой медицины. Современная биотехнология революционизирует медицинскую науку. Она создает технологическую платформу для открытия и производства лекарств, разработки новых видов и методов лечения, вакцин и диагностических методов в медицине.

Следует заметить, что около 90% всех приложений биотехнологии относятся к медицине и здравоохранению. Стремительно развиваются новые методы диагностики труднодиагностируемых заболеваний и устойчивых к воздействию антибиотиков микроорганизмов.

По прогнозам исследователей в скором времени наиболее распространенные генетические заболевания будут диагностироваться при помощи тестов, созданных на основе биотехнологий. Ведутся биотехнологические разработки новых методов лечения на основе генной и клеточной терапии.

Одной из наиболее активно развивающихся областей на стыке медицины и биологии является именно генная терапия. Генная терапия - это многообещающая биотехнология, которая использует гены как лекарства для лечения пациентов. Целью генной терапии является доставка в организм человека генетических инструкций и производство терапевтических белков в течение длительного периода времени.

При клеточной терапии состарившиеся и больные клетки теоретически могут быть заменены новыми здоровыми клетками. Многие виды рака, а также генетические и нейродегенеративные заболевания, такие как болезнь Альцгеймера и Паркинсона, являются потенциальными кандидатами на генную и клеточную терапию. Лучшая интерпретация человеческого генетического кода и понимание того, как гены регулируют биологические процессы, позволит понять, какие изменения и ошибки в генетическом коде могут приводить к нарушению молекулярных процессов и развитию заболеваний. Это, в свою оче-

редь, приведет к разработке лекарственных средств, действие которых будет направленно на устранение причины заболевания, а не только на коррекцию симптомов. Фармакология уже получила множество ранее недоступных возможностей благодаря открытию новых генов и их белковых продуктов, что ведет к возникновению нового поколения лекарств с высокой избирательностью действия и малой токсичностью [1].

Сегодня медицинская биотехнология усиленно развивается во всем мире, в некоторых странах, например, Японии, биотехнология объявлена «стратегической индустрией», а в других (например, в Израиле), входит в число научных направлений с указанием «национальный приоритет».

Высокие медицинские технологии последнего времени подняли человечество на новую ступень социальной эволюции, позволив кардинальным образом изменить вектор его развития. При этом экспоненциальному прогрессу в сфере клинической и профилактической медицины, равно как и в фармацевтической промышленности существенно способствовали выдающиеся достижения в биотехнологии, а также других областях науки и техники [2].

То, что казалось в медицинской практике фантастическим вчера, уже сегодня постепенно внедряется в реальную жизнь. Объективно можно констатировать, что инновации генных, информационных и иных технологий потенциально обладают уникальной возможностью победоносно воздействовать на многие болезни современности, целенаправленно вносить требуемые коррективы в геном человека, значительно увеличивать продолжительность жизни, восстанавливать или заменять стареющие органы на новые в рамках регенеративной медицины, вести беременность вне стенок утробы матери, дистанционно консультировать, обследовать, оперировать пациентов и наблюдать за состоянием их здоровья в режиме online и многое другое, что сложно было прогнозировать буквально ещё несколько десятилетий назад.

Таким образом, если мировому научному сообществу удастся ответственно подойти к выработке и применению биоэтических норм и принципов для устранения актуальных «болевых точек» дальнейшего развития биотехнологий в медицине, интегрировать биотехнологические аспекты в процессы транснационального взаимодействия и социального контроля, то есть все предпосылки для того, чтобы на основе безопасного использования подобных технологий, сделать, возможно, самый значительный в истории развития человеческой популяции скачок в эволюции цивилизации.

1. Леон, Р. Касс, Нестареющие тела, счастливые души: Биотехнологии в погоне за совершенством // Вызов познанию: Стратегии развития науки в современном мире. – Москва : Наука, 2013. – С. 282-308.

2. Егоров, Н.С., Олескин, А.В., Самуилов, В.Д. Биотехнология: Проблемы и перспективы. – Москва : Высшая школа, 2008. – 159 с.

## К ВОПРОСУ ИЗУЧЕНИЯ НАРУШЕНИЯ ОБОНЯНИЯ

*Я.В. Носова, А.В. Бережная*

*О.Г. Аврунин, научный руководитель, д-р техн. наук, профессор*

*Н.О. Шушляпина, научный руководитель, канд. мед. наук*

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

Харьковский национальный медицинский университет

г. Харьков

Дыхание обеспечивает газообмен в организме на клеточном уровне, поэтому очень важно, чтобы этот процесс происходил правильно. Заболевания верхних дыхательных путей могут приводить к серьезным патологическим изменениям в организме, например к проблемам с ЖКТ, вследствие нарушения функции восприятия запахов.

Существует множество средств и методов для оценки нарушения обонятельной функции человека [1], но все они обладают рядом недостатков: длительность проведения исследования, использование субъективных свидетельств обследуемых, применение ольфактивных веществ, которые затрагивают окончание троичного нерва. Определение дисфункции обоняния или только количественно, или только качественно.

Поэтому актуальной является задача разработки эффективного метода оценки обонятельной функции человека. Для повышения информативности обонятельных тестов на базе клиники Харьковского национального медицинского университета предложен и апробирован диагностический метод, основанный на фиксации мощностных характеристик носового дыхания, таких как перепад давления и расход воздуха. Методика измерений заключается в проведении задней риноманометрии с использованием специально разработанных ольфактометрических насадок с одоривекторами (молекулами пахучих веществ), устанавливаемых в воздушном тракте риноманометра [2].

Предложена гипотеза о возможности исследования обонятельного анализатора по мощности дыхания при вдыхании одоривектора, с помощью риноманометрического исследования. Предложена конструкция ольфактометрической насадки для риноманометра типа ТНДА-ПРХ.

Работа, которая затрачивается пациентом для ощущения или идентификации запаха может быть найдена как произведение мощности и затраченного времени на ощущение или идентификацию одоривектора. В свою очередь мощность может быть найдена как произведение перепада давления и расхода воздуха, эти величины количественно определяются при помощи риноманометрии.

Таким образом был определен энергетический критерий порога ощущения одоривектора  $E$ , Дж (1).

$$E = \int_{t_s}^{t_e} N(t) dt$$

Е может быть найдено как интегральная сумма площади под кривой, ограниченная временем ощущения и распознавания пахучего вещества. Например, порог ощущения при полипозном этмоидите равен 24 Дж или 6 калориям. Физиологические колебания показывают энергию в 2 Дж или 0,5 калории.

Таким образом, впервые были разработаны метод и соответствующая ольфактометрическая насадка на риноманометр типа ТНДА-ПРХ, которые позволяют за счет оценки количественных показателей мощностных характеристик носового дыхания, на доказательном уровне определять порог ощущения и распознавания пахучего вещества и диагностировать функцию обонятельного рецептора человека.

Перспективой работы является точное определение концентраций ольфакторных веществ и совершенствование конструкции ольфактометрической насадки, заключающееся в оптимальном размещении емкостей с растворами пахучих веществ или пропитанных ими гигроскопических материалов.

1. Способ ольфактометрии [Текст]: пат. 2089093 РФ кл. А61В 5/00, А61В 3/02, А61В 3/10. Морозова С.В.; Ананин В.В.; Кудрин А.Н.; Овчинников Ю.М. - № 95116668/14: Заявл. 28.09.1995: Опубл.: 10.09.1997.

2. Носова Я.В. Анализ энергетических характеристик носового дыхания при ольфактометрических исследованиях [Текст] / Я.В. Носова, Хушам Фарук, Н.О. Шушляпина // Материалы XIII Международной научно-технической конференции "Физические процессы и поля технических и биологических объектов", 07-09 ноября, 2014 г., Кременчуг. - Кременчуг: КрНУ, 2014. - С. 83.

## **ВЛИЯНИЕ ПОЛИМОРФНОГО ВАРИАНТА ВИТАМИНА D НА ЧАСТОТУ ВОЗНИКНОВЕНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ, САХАРНОГО ДИАБЕТА, ТУБЕРКУЛЕЗА**

*Н.А. Полянский*

*Н.А. Сидорова, научный руководитель, канд. биол. наук, доцент  
Петрозаводский государственный университет Медицинский институт  
г. Петрозаводск*

В настоящее время 40% населения Земли страдает артериальной гипертензией. Около 300 тыс. человек в России больны сахарным диабетом 1-го типа, около 3 млн. – СД 2-го типа, 63 случая на 100 тыс. человек выявления туберкулеза, в среднем по России. В системе здравоохранения ежегодно тратятся

большие средства на лечение этих хронических заболеваний. Имея возможность выявить предрасположенность людей к этим заболеваниям в раннем возрасте, возможно проведение профилактических мероприятий, предупреждающих развитие этих заболеваний.

Проводимые до этого исследования показали зависимость частоты возникновения проведенных выше заболеваний, от того каким из нескольких полиморфных вариантов представлен рецептор витамина D в теле человека. Непосредственной целью является проведение исследования в Северо-Западном регионе России, а также разработкой экспресс-методов определения варианта рецептора витамина D (генотипирование).

Для проведения исследования освоены методики вертикального электрофореза в полиакриламидном геле, а также амплификации. Имеются научные базы для проведения этих исследований. Для проведения генотипирования материалов больных туберкулезом, работа осуществляется совместно с Республиканским противотуберкулезным диспансером.

На первоначальном этапе освоены методы, необходимые для проведения исследований. Далее был собран и изучен материал, описывающий проводимые ранее исследования по этой теме и их результаты.

Таким образом, изученные результаты исследований несколько различались в зависимости от региона проведения исследований, а также этнической принадлежности группы исследуемых людей. Поэтому требуется проведение исследования для Северо-Западного региона России.

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОБИОПРОТЕКТОРОВ – АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ПРЕПАРАТОВ КОРРЕКЦИИ ДИСБАКТЕРИОЗА**

***В.С. Сенчуков***

*Н.А. Сидорова, научный руководитель, канд. биол. наук, доцент*  
Петрозаводский государственный университет Медицинский институт  
г. Петрозаводск

В настоящее время большое внимание в научном мире уделяется нормофлоре человека и её иммуногенной роли, а также способности при изменении индуцировать заболевания. На данное время существует огромный спектр препаратов, позволяющий корректировать, изменять качественный и количественный состав нормофлоры, но по недавним исследованиям выявлено, что эти препараты имеют много отрицательных аспектов. Эти препараты представляют из себя «фантомные» микроорганизмы созданный методами биотехнологии.

Целью исследования является создание альтернативных препаратов коррекции дисбактериоза - пробиопротекторов, универсальных биологических моделей, активирующих эффекторную роль представителей нормофлоры человека. Предполагается, что препарат не будет обладать отрицательными свойствами современных пробиотиков и позволит проводить коррекцию патологических процессов в организме человека без клинических последствий.

Для реализации цели исследования необходимо решить ряд задач: 1) создать систему биологически активного препарата; 2) апробировать методы генетической инженерии: ZFN, TALEN, CRISPR/cas; 3) используя геномодифицированные молекулы активного вещества создать *in vitro* активный многокомпонентный комплекс иницирующий метаболическую, физиологическую и иммуногенную роль микрофлоры человека; 4) апробировать разработанный препарат *in vivo* на группе лабораторных животных с использованием клеточных и гуморальных тестов конституционального иммунитета.

В настоящее время изучена негативная роль пробиотиков например, пробиотики на основе *Micromonospora* (получены с помощью технологии культивирования культуры тканей и культуры клеток) и пребиотики на основе *Penicilium* (получены с помощью технологии рекомбинантной ДНК) снижают метаболическую активность ферментов макроорганизма и выделяют специфические вещества-бактериостатики, замедляющие рост кишечной палочки, апробированы методы работы с ДНК, установлена динамика фагоцитарной активности по показателям фагоцитарного числа как показателя клеточного звена иммунитета. В опытной группе животных процент активных фагоцитов изменялся в диапазоне: 32,7- 56,4% активных фагоцитов. В контрольной группе животных (не получавших пробиопротектор, как биологически активная добавка к пище) процент активных фагоцитов изменялся от 6,5-16,8%. При исследовании лизоцима в составе гуморальных факторов обнаружено достоверное увеличение его до  $16,1 \pm 3,2$  мг/мл по сравнению с контрольными величинами, которые составляли  $4,5 \pm 0,7$  мг/мл. Полученные результаты свидетельствуют о позитивной реакции макроорганизма на внедрение модифицированного пробиопротектора. Степени выживаемости опытной группы животных на 3 порядка превышали данный показатель в контрольной группе, что подтверждается анатомофизиологическими изменениями в организме опытных и контрольных животных (отмечалось наличие воспалительных процессов в нижнем отделе ЖКТ). Для определения количества лизоцима использовался метод на спектрофотометре по изменению оптической плотности стандартной живой суспензии *M.lysodeikticus*, для оценки функционального состояния фагоцитов – метод определения доли клеток, способных формировать фагосому.

Основными выводами проделанного этапа работы являются: скрининг известных пробиотиков по спектру клинических патологий *in vivo*, отработка методов генно-инженерных исследований и изучение действия пробиопротекто-

ров на лабораторных животных. Исследования проведены на базе Лаборатории доклинических испытаний и клеточной патологии Института высоких биомедицинских технологий ПетрГУ в рамках Программы стратегического развития вуза на 2012-2016 годы.

1. Красильников А.П. Микробиологический словарь-справочник / А.П. Красильников. – Минск : Беларусь, 1986. – 350 с.
2. Ройт А. Основы иммунологии / А.Ройт. – Москва : Мир, 1991. – 327 с.

## ВЛИЯНИЕ ИСТОЧНИКОВ АЗОТА НА КОЛЛАГЕНОЛИТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ГРИБА *COPRINUS SP.*

*Е. Д. Федорюк*

*М. М. Шамцян*, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент  
Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)  
г. Санкт-Петербург

Коллагеназа – фермент, способный расщеплять в коллагене специфические пептидные связи, которые практически не поддаются гидролизу другими протеазами.

Коллагенолитические ферменты входят в состав многих лекарственных препаратов косметического, медицинского и ветеринарного назначения, их также применяют в пищевой и кожевенно-меховой промышленности.

Используемые на сегодняшний день коллагеназы имеют ряд существенных недостатков. Продуцентом одного из наиболее широко применяемых коллагенолитических ферментов, клостридиопептидазы (клостридиальная коллагеназа, коллалазин) является бактерия *Clostridium hystolicum*, возбудитель газовой гангрены – смертельно опасного заболевания. Другой известный фермент, обладающий коллагенолитической активностью – крабовая коллагеназа, выделяемая из гепатопанкреаса камчатского краба. Она безопасна для человека, но имеет ограничения для масштабного производства и значительную вариабельность по степени чистоты и активности фермента [1].

Вследствие этого наиболее значимой представляется проблема поиска продуцентов коллагеназ, у которых отсутствовали бы перечисленные выше недостатки.

Перспективным объектом биотехнологии являются высшие грибы – базидиомицеты. Базидиальные грибы – продуценты целого ряда биологически активных веществ: аминокислот, ферментов, полисахаридов и др. Метод глубинного культивирования грибов, широко применяемый в современном био-

технологическом производстве, позволяет выращивать культуру продуцента в контролируемых условиях, что приводит к относительной стандартизации получаемых ферментных препаратов и возможности производства ферментов в промышленных масштабах.

На кафедре технологии микробиологического синтеза СПбГТИ(ТУ) проводился скрининг ряда культур базидиомицетов на наличие коллагенолитической активности, который показал, что наиболее высокой коллагеназной активностью обладала глубинная культура высшего гриба *Coprinus sp.*

Цель данной работы – подбор источников азота с целью увеличения коллагенолитической активности глубинной культуры базидиального гриба *Coprinus sp.*

Для достижения поставленной цели проводили глубинное культивирование продуцента на питательных средах с различными источниками азота (пептон, мочевины, нитрат и цитрат аммония) и соотношениями источников азота и углерода (глюкоза) в течение 7 суток. Ежедневно (3 – 7 сутки) отбирали пробы культуральной жидкости, определяли рН и количество накопленной биомассы. Содержание белка в нативном растворе культуральной жидкости измеряли методом Лоури. Определение коллагенолитической активности проводили нингидриновым методом [2].

Согласно полученным данным, наибольшую удельную коллагенолитическую активность глубинная культура базидиомицета *Coprinus sp.* проявляла на 6-е сутки на среде, где в качестве источника азота использовался пептон, при соотношении источника углерода и азота, равном 5:1. Высокая удельная коллагеназная активность продуцента также наблюдалась на 7-е сутки культивирования на среде с мочевиной при соотношении источника углерода и азота 10:1.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о возможности замены традиционно используемого дорогостоящего источника азота в составе питательной среды (пептона) на более дешевый (мочевина), что значительно уменьшит стоимость получаемого продукта – грибной коллагеназы. Таким образом, данный коллагенолитический фермент обладает не только технологическими, но и экономическими преимуществами по сравнению с существующими на сегодняшний день препаратами коллагеназ.

Работа выполнена при поддержке гранта «Участник молодежного научно-инновационного конкурса» (У.М.Н.И.К.).

1. Руденская, Г. Н. Брахиурины – сериновые коллагенолитические ферменты крабов / Г. Н. Руденская // Биоорганическая химия. – 2003. – Т. 29, Вып. 2. – С. 117-126.

2. Rosen, H. A. Modified ninhydrin colorimetric analysis for amino acids / H. A. Rosen // Arch. Biochem. Biophys. - 1957 - V. 67. - P. 10-15.

## ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МНОГОКОЛЬЦЕВЫХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ В ГИПЕРТЕРМИИ И КВЧ-ТЕРАПИИ

*А.П. Хотякова*

*А. И. Домаков, научный руководитель, канд. тех. наук, профессор*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Лечебная гипертермия – метод лечения онкологических заболеваний, при котором тело, его участки, или отдельные органы подвергаются воздействию высокой температуры. Современные аппараты гипертермии работают в диапазоне ВЧ и обеспечивают прогрев до 41-43°C на глубину до 6-7 см.

В КВЧ терапии применяется излучение миллиметрового диапазона с частотой до 300 ГГц и воздействие происходит на кожный покров (известно, с ростом частоты волны уменьшается её проникающая способность).

В аппаратах гипертермии и КВЧ терапии воздействие излучения на человека осуществляется посредством различных контактных аппликаторов, которые прикладываются к телу пациента. В гипертермии, для того чтобы избежать ожогов, в таких установках также необходима жидкостная система охлаждения. Кроме того, аппликаторы не позволяют с достаточной точностью локализовать излучение, что является существенным их недостатком.

Для устранения этого недостатка предлагается применение известных в радиотехнике многокольцевых излучателей для бесконтактного фокусирования энергии ЭМП в точно заданную область живого организма.

Диаграмма направленности кольцевого излучателя имеет вид:

$$F(\psi) = \frac{1}{1-\beta^2} |\Lambda_1(\psi) - \beta^2 \Lambda_1(\beta\psi)|, \quad (1)$$

где  $\Psi$  – обобщенная угловая координата;

$\Lambda_1(\Psi)$  – функция первого порядка;

$\beta = \frac{R_2}{R_1}$  – отношение внутреннего радиуса кольца к внешнему радиусу.

При построении диаграмм направленности кольца с  $\beta = 0.9$  и кругового раскрыва ( $\beta = 0$ ) в одних осях можно убедиться, что максимумы боковых лепестков кольца попадают на минимум боковых лепестков кругового раскрыва. Это позволяет суммировать поля обеих систем по принципу суперпозиции, в результате чего главный лепесток сужается, а боковые уменьшаются [1].

Также для сложения диаграмм кругового раскрыва и кольца необходимо заменить сплошную металлическую область на систему ускоряющих пластин [2].

Если брать определенную геометрию двух и более колец (рассчитывать их радиусы так, чтобы максимумы и минимумы накладывались), то главный лепесток сужается, а боковые снижаются. Экспериментально подтверждено, что при правильном расчете геометрии колец возможно добиться сверхточной фокусировки излучения и практически нулевого бокового излучения [1].

Таким образом, рассмотренная система многокольцевых излучателей позволяет решить проблему бесконтактной фокусировки энергии ЭМП в заданную область организма.

1. Диаграмма направленности излучающих раскрывов, состоящих из концентрических колец / А.И. Домаков, В.А. Кошкин / Научные труды физико-математического факультета ВГПУ: сборник научных статей, посвященный 50-летию ректора университета профессора А.П. Лешукова. – Вологда: ВГПУ, 2001. – С. 61-69.

2. Беспроводные линии передачи электромагнитной энергии / А.И. Домаков, В.А. Кошкин, А.А. Кудринский / Научные труды физико-математического факультета ВГПУ: Сборник научных статей, посвященный 50-летию ректора университета профессора А.П. Лешукова. – Вологда: ВГПУ, 2001. – С. 37 – 61.

## АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ПЛОСКОСТОПИЯ

*Ю.С. Шпакович*

*Т.В. Жемчужкина, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

*Т.В. Носова, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Харьковский национальный университет радиоэлектроники  
г. Харьков

Несмотря на значительный технический и научный прогресс в медицине в настоящее время, до сих пор не существует определенного, быстрого и качественного метода определения плоскостопия человека. Плоскостопие – это заболевание опорно-двигательного аппарата, при котором происходит уплощение сводов стопы. Плоскостопием страдают до 50% населения земли. Женщины подвержены этому заболеванию в 4 раза больше, чем мужчины. Плоскостопие вызывает такие осложнения как деформация стопы, косточки большого пальца, мизинца; вросший ноготь; мозоли; неправильное, непропорциональное развитие мышц ног; заболевания коленных суставов; заболевание суставов таза (коксартроз); заболевания позвоночника; межпозвоночные грыжи; пяточная шпора. Важно отметить, что плоскостопие легче всего вылечить на ранних стадиях развития. Поэтому очень важно постоянно контролировать состояние своей стопы [1].

Существует ряд методов и классификаций для определения степени плоскостопия, но эти методы вызывают либо трудности для пациентов, либо побочные эффекты. Одним из методов является плантография с классификацией степени плоскостопия по С.Ф. Годунову. Мы предлагаем аппаратно реализовать этот метод. Плантография – определение степени выраженности плоскостопия с помощью отпечатков. Больному смазывают подошвенную поверхность стоп раствором метиленового синего, затем он встает на чистый лист бумаги с полной нагрузкой на стопы. На плантограмме проводят прямую ли-

нию через центр отпечатка пяточной кости и между отпечатками III и IV пальцев, условно отделяя наружный свод стопы, образуемый пяточной и IV-V плюсневыми костями (рис. 1). Соотношение ширины нагружаемой и ненагружаемой частей подошвы в среднем отделе стопы характеризует степень плоскостопия (от 0 до 1 – норма; от 1.1 до 2 – уплощение свода; больше 2 – плоскостопие (рис. 2) [2].

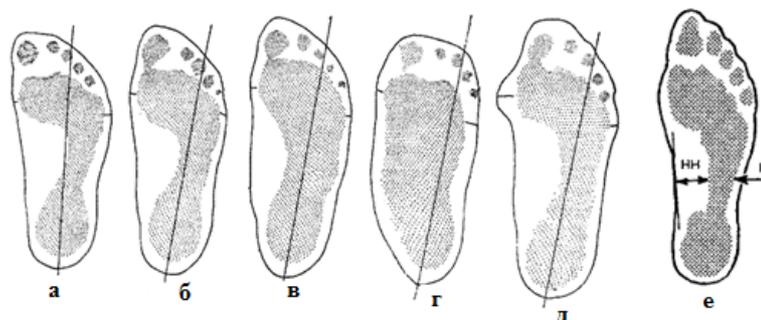


Рис. 1. Плантограммы

*а – нормальная; б – продольное плоскостопие I степени; в – II степени; г – III степени; д – комбинированное; е – определение степени плоскостопия по С.Ф. Годунову (соотношение ширины нагружаемой (Н) части подошвы и ненагружаемой (НН))*

В соответствии с этим методом предлагается на плоской устойчивой платформе расположить систему сенсорных датчиков. Соприкосновение стопы с определенными сенсорными датчиками будет характеризовать степень плоскостопия пациента. Информация будет анализироваться встроенным в устройство микроконтроллером и через интерфейс выводиться на устройство индикации для определения результата анализа. Структурная схема данного устройства представлена на рис. 2.

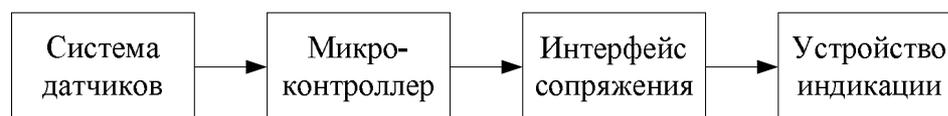


Рис. 2. Структурная схема разрабатываемого устройства

Большим достоинством данного устройства является его стоимость и простота использования, данное устройство позволит быстро, качественно, без дискомфорта и вредных воздействий определить степень плоскостопия пациента. Использование современных микропроцессоров и методик, позволяет в будущем одновременно регистрировать нагрузку от стопы, измерять высоту ее свода, визуализировать и моделировать стопу.

1. Годунов С.Ф. Деформации стопы. Многотомное руководство по ортопедии и травматологии / С.Ф. Годунов. – Москва : Медицина, 1984. – Т. 2. – С. 702-716.

2. Корнилов Н.В. Ортопедия: Краткое руководство для практических врачей / Н.В. Корнилов, Э.Г. Грязухин, В.И. Осин, К.Г. Редько. – Санкт-Петербург : Гиппократ, 2001. – 368 с.

## РЕЖИМ РАБОТЫ СВЕТОФОРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ НА ПЕРЕКРЕСТКЕ

*А.А. Авринский*

*И. А. Рахимова, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

На перекрестке городских улиц поочередное предоставление права на движение предполагает периодичность или цикличность работы светофорного объекта. Для количественной и качественной характеристики его работы существуют понятия такта, фазы и цикла регулирования.

Пофазный разъезд обеспечивает разделение конфликтующих потоков во времени. Число фаз, а следовательно, и выделенных групп транспортных и пешеходных потоков в соответствующих фазах зависит от характера конфликтных точек на перекрестке и интенсивности движения в каждом направлении. С точки зрения безопасности движения число фаз должно быть таким, чтобы не было ни одной конфликтной точки. Вместе с тем, увеличение числа фаз ведет к увеличению длительности цикла и, что особенно важно, к увеличению его непроизводительных составляющих — числа и суммарной длительности промежуточных тактов.

В процессе пофазного разъезда каждый участник движения получает право на пересечение стоп-линий, как правило, лишь в одной фазе. С ростом числа фаз время ожидания права проезда каждого участника движения увеличивается, следовательно, увеличивается суммарная задержка на перекрестке. Кроме того, каждой фазе должна соответствовать минимум одна своя полоса движения на подходах к перекрестку. В противном случае реализовать пофазный разъезд не удастся. Определение оптимального числа фаз регулирования является решением компромиссным. В интересах высокой пропускной способности следует всегда стремиться к минимальному числу фаз настолько, насколько позволяют условия безопасности движения.

В данной работе рассмотрен перекресток улиц в г. Архангельске, а именно-магистральной улицы общегородского значения регулируемого движения проспект Ломоносова и магистральной улицы общегородского значения регулируемого движения улицы Воскресенской. Особенностью данного перекреста является одностороннее движение по проспекту Ломоносова на участке от улицы Смольный Буян до улицы Гагарина. Ширина проспекта Ломоносова составляет 7 метров или 2 полосы движения в одном направлении по 3,5 метра каждая. Ширина улицы Воскресенской составляет 14 метров или 4 полосы в

двух направлениях шириной по 3,5 метра. В потоке преобладают легковые автомобили.

Анализ картограммы интенсивности движения указывает на необходимость бесконфликтного пропуска пешеходных потоков, с учетом их высокой интенсивности. Право- и левоповоротные потоки по проспекту Ломоносова обладают высокой интенсивностью, а также учитывая движение транспортных средств прямо, налево и (или) направо по одним и тем же полосам движения, было принято решение объединить их в одну фазу.

Всего в работе было рассмотрено три варианта пофазного разъезда перекрестка. Первый вариант предусматривает движение в 3 фазы: в первой фазе по проспекту Ломоносова транспортных потоков лево-, право- и прямого направления. Во второй фазе пропуск по улице Воскресенской потоков прямого и левоповоротного направления, также одновременного пропуска встречного прямого и правоповоротного потока. В третьей фазе пропуск пешеходных потоков по всем направлениям с запретом движения всех транспортных потоков. Второй вариант включает две фазы: в первой фазе по проспекту Ломоносова транспортных потоков лево, право и прямого направления, с одновременным пропуском параллельных пешеходных потоков. Во второй фазе пропуск по улице Воскресенской потоков прямого и левоповоротного направления, также одновременного пропуска встречного прямого и правоповоротного потока с одновременным пропуском пешеходных потоков. В третьем варианте движение по перекрестку может быть организовано в 4 фазы с пропуском в первой фазе по проспекту Ломоносова транспортных потоков лево, право и прямого направления. Во второй фазе потоков прямого и левоповоротного направления, в третьей фазе прямого и правоповоротного, а также прямого встречного направления. В четвертой фазе пропуск пешеходных потоков по всем направлениям, с запретом движения всех транспортных потоков.

В первом варианте имеются две конфликтные точки на пересечении левоповоротного потока с встречным прямым потоком по улице Воскресенской. Во втором варианте, помимо двух конфликтных точек на пересечении левоповоротного и прямого встречного направления по улице Воскресенской, также имеется по одной конфликтной точки на пересечении лево и правоповоротных потоков с пешеходными потоками. Конфликтные точки имеют место и на пересечении право и левоповоротных потоков с пешеходными потоками по проспекту Ломоносова.

Таким образом, движение по перекрестку может быть организовано по третьему варианту в четыре фазы, так как в нем полностью отсутствуют конфликтные точки, также этот вариант соответствует основным принципам пофазного разъезда перекрестка:

- 1) минимальное число фаз в цикле регулирования;

2) обеспечен бесконфликтный пропуск пешеходов; в крайнем случае пешеходный и конфликтующие с ним поворачивающие транспортные потоки можно пропустить в одной фазе, если интенсивность пешеходного потока не превышает 900 чел/ч, а поворачивающих транспортных потоков — не превышают 120 авт/ч.;

3) не выпущены из одной и той же полосы транспортные средства, движение которых предусмотрено в разных фазах, т.е. полосы движения закрепляют за определенными фазами;

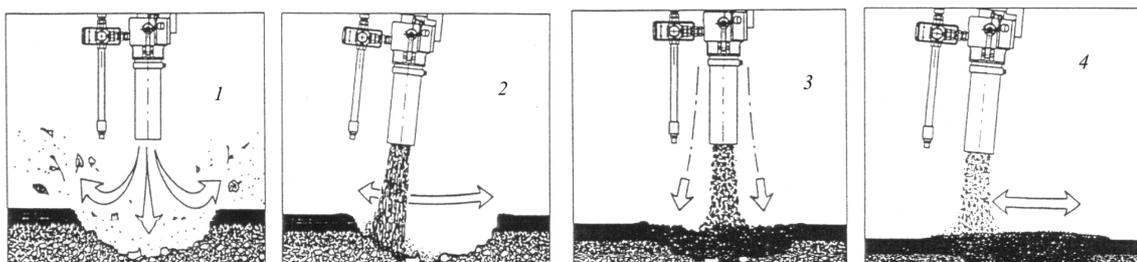
4) обеспечена равномерная загрузка полос. Интенсивность движения, в среднем приходящаяся на одну полосу, не превышает 700 ед/ч.

## ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ЯМОЧНОГО РЕМОНТА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

*А.С. Боришкевич*

*В.А. Шорин, научный руководитель, д-р хим. наук, профессор  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Задача ямочного ремонта состоит в восстановлении ровности, прочности, сцепных качеств и водонепроницаемости покрытия и обеспечении нормативного срока службы отремонтированных участков. Ямочный ремонт инъекционным методом выполняют в следующем порядке (рис.):



*Рис. Ямочный ремонт струйно-инъекционным методом:*

*1 – очистка выбоин продувкой сжатым воздухом; 2 – подгрунтовка битумной эмульсией; 3 – заполнение щебнем, обработанным эмульсией; 4 – нанесение тонкого слоя необработанного щебня*

В качестве ремонтного материала используют гранитный щебень фракции 5–8 (10) мм и эмульсию типа ЭБК-2

Данная работа посвящена теоретическому и экспериментальному обоснованию использования доменного шлака в технологии ямочного ремонта струйно-инъекционным методом.

В данной работе исследования велись на щебне из доменного шлака, производства Череповецкого металлургического комбината ОАО «Северсталь».

Химический состав доменных шлаков по данным «Северстали» представлен в таблице.

Таблица

Химический элемент	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Mg	FeO	S	MnO
Процентное содержание	35,5-38,8	8,3-9,6	33,3-38,0	10,0-11,8	0,7-2,8	0,88-1,0	0,43-0,88

По химическому составу шлаки принято делить на основные и кислые. Основность их зависит от соотношения таких компонентов, как CaO, MgO, SiO<sub>2</sub> и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [1].

Катионные эмульсии активно взаимодействуют с материалами, обладающими свойствами кислых пород, образуя на поверхности зерен каменных материалов прочную и водостойкую плёнку.

Таким образом, хорошая адгезия катионной битумной эмульсии к щебню из доменного шлака будет в том случае, если доменный шлак будет обладать свойствами кислых пород, которые определяются модулем основности (M):

$$M = \frac{CaO + MgO}{SiO_2 + Al_2O_3}$$

При модуле основности более 1 шлаки относят к основным. У кислых шлаков модуль основности меньше единицы [1].

Для доменного шлака по формуле определяем модуль основности.

При определенных процентных содержаниях химических элементов модуль основности у доменных шлаков ОАО «Северсталь» может быть равен:

$$M_{\min} = (35,5+10)/(38+9,6)=0,95 < 1$$

$$M_{\max} = (38,8+11,8)/(33,3+8,3)=1,22 > 1$$

Таким образом, модуль основности у доменного шлака варьируется от 0,95 до 1,22, что характеризует его амфотерные свойства, то есть доменный шлак череповецкого металлургического комбината ОАО «Северсталь» обладает свойствами как кислых, так и основных пород.

По содержанию CaO, MgO, SiO<sub>2</sub> и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> шлаки других металлургических комбинатов обладают также свойствами как кислых, так и основных пород, то есть теоретически их можно рекомендовать для применения в дорожном строительстве взамен дорогого и дефицитного гранитного щебня.

1. Дорожные одежды с использованием шлаков / А.Я. Тулаев, М.В. Королев, В.С. Исаев, В.М. Юмашев; под ред. А.Я. Тулаева. – Москва : Транспорт, 1986. – 221 с.

## АВТОНОМНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ МОСТОВ И БЛИЖАЙШИХ К НИМ ОБЪЕКТОВ ПРОМЫШЛЕННОГО И ГРАЖДАНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

*П.А. Горин, В.Г. Казьмин*

*И.Н.Старишко, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Установка относится к области гидроэнергетики, а более конкретно - к устройствам, преобразующим течение реки в электрическую энергию для нужд конкретного потребителя (бесплотинные ГЭС), и может быть использовано для автономного освещения больших и средних мостов, а при желании и ближайших к нему промышленных и гражданских территорий в любое время года.

Проект «Система автономного освещения моста» (рис.1) представляет собой соединенную с источником света гидроэнергетическую установку, содержащую реактивный винт 1, электрогенератор 2, планетарный мультипликатор 4, размещенный на едином валу 3 между винтом 1 и электрогенератором 2, и мусорозащитную решетку 6. Вал 3 расположен вдоль речного потока воды. Винт 1, мультипликатор 4 и электрогенератор 2 размещены в едином корпусе 5 с расширенными входным и выходным отверстиями. Решетка 6 установлена перед винтом 3 во входном отверстии корпуса 5. Установка закреплена на опоре моста 7 на направляющих 9 с возможностью вертикального перемещения и фиксации. Система содержит преобразователь частоты напряжения 13, соединенный с электрогенератором 2 и источником света, и аккумулятор 14, связанный с преобразователем 13, а также снабжена лебедкой 10, соединенной с корпусом 5. Преобразователь 13, аккумулятор 14 и лебедка 10 установлены на монтажной площадке 11, смонтированной в верхней части опоры моста 7. Изобретение устанавливается на промежуточную русловую опору моста, желательнее ниже УМВ и направлено на повышение КПД системы освещения за счет увеличения скорости потока речной воды при обтекании опоры и увеличения частоты вращения вала электрогенератора.

Такой проект имеет ряд недостатков и инженерных недоработок, а именно: получаемая мощность гидроэнергетической установки зависит от скорости течения реки и расхода поступающей воды в турбину установки. Зачастую

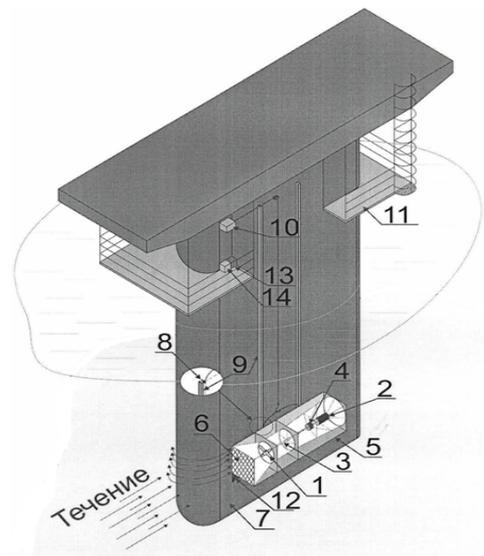
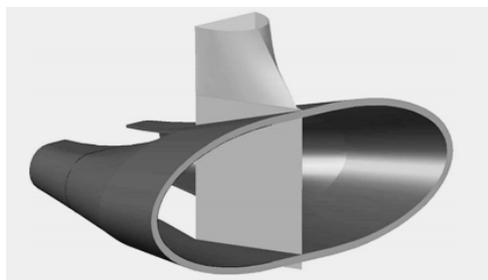


Рис. 1. Система автономного освещения моста

расход водотока и скорость реки имеют не достаточно высокие показатели, особенно в летний и осенний периоды, когда скорость течения и уровень воды резко понижаются. Вследствие этого на выходе мы имеем не достаточно высокую мощность. Поэтому гидроэнергетическая установка работает не на пределе своих реальных возможностей. А при высокой стоимости установки такие потери мощности не оправданы.

Инженерной доработкой такого проекта может служить устройство дополнительной конструкции на опоре моста, которая сможет увеличить расход и скорость поступающей воды в турбину. Конструкция состоит из открылков по бокам опоры, а для уменьшения потерь при входе в турбину, передняя часть опоры имеет более острый вид. Форма открылков может быть различна и зависит от места расположения гидроэнергетической установки на опоре, гидрологических показателей русла реки и подмостовых габаритов моста.

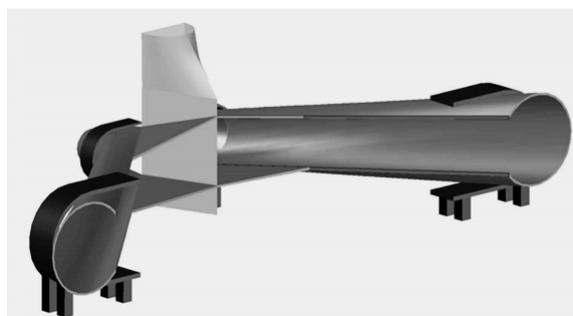


*Рис. 2. Дополнительные открылки конусовидной формы*

Если опора находится в местах с довольно большими глубинами, но русло не достаточно широкое, а также если существует ограничение по судоходному габариту моста, то форма открылков представляет половину усечённого конуса, в основании которого эллипс (рис.2). Также для усиления жёсткости конструкции железобетонных открылков от воздействия течения реки можно добавить подпорные стенки.

Если же опора находится в местах с достаточно широким руслом, то форму открылков, расположенных с двух сторон опоры, можно применить по типу двух полукруглых трубообразных элементов с увеличенным диаметром на входе и сужением по мере приближения к опоре (рис. 3). Для обеспечения устойчивости конструкции открылки также закрепляются на подпорных стенках.

В результате доработки в обоих представленных случаях была увеличена площадь активного сечения, что увеличило расход, поступающей воды в турбину установки, и скорость протекания воды.



*Рис. 3. Дополнительные открылки трубообразной формы*

Так как вырабатываемая мощность гидроэнергетической установки напрямую зависит от скорости и расхода, поступающей воды в турбину, то при увеличении таких показателей вырастет вырабатываемая мощность установки. Это позволит использовать её не только для освещения моста и подходов к нему, но и при использовании электрооборудования при ремонте и содержа-

нии мостовых конструкций, а также для освещения районов, расположенных в непосредственной близости к мосту или объектов промышленного и гражданского назначения.

Наличие постоянного энергоснабжения позволит ввести систему мониторинга эксплуатационного состояния моста, а при необходимости и устройство периодического обогрева проезжей части дорожного покрытия при образовании на нём наледи в зимних условиях, что повысит безопасность движения автотранспорта.

## ИЗУЧЕНИЕ СИТУАЦИИ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПЕШЕХОДНЫХ ПЕРЕХОДАХ, ОБОРУДОВАННЫХ СВЕТОФОРАМИ

*А.Н. Ильин*

*Ю.О. Попова, научный руководитель, ст. преподаватель  
Вологодский строительный колледж  
г. Вологда*

Светофо́р (от рус. свет и греч. φορός — «несущий») — оптическое устройство, несущее световую информацию. Светофор предназначен для регулирования движения механических транспортных средств, а также пешеходов на пешеходных переходах и иных участников дорожного движения.

В Вологде на всех крупных перекрестках установлены новые светодиодные светофоры, они усовершенствованы: имеют специальное табло обратного отсчёта времени, которое показывает, сколько времени ещё будет гореть сигнал, добавлено направление движения, звуковые сигналы, камеры фиксации. Все оборудование соответствует требованиям ГОСТа Р 52289-2004. Часть устаревших светофоров работает бесперебойно, но уже не соответствует ряду норм и требований, которые приняты сейчас.

Современные светофоры не обеспечивают необходимую безопасность для участников движения при высокой численности населения города и систематическом росте количества автомобилей.

За январь 2015 года на пешеходных переходах было совершено 1548 ДТП в них 80 погибших и 1559 раненых. Причины возникновения ДТП: несоблюдение правил ПДД пешеходами; несоблюдение правил ПДД водителями; неправильные действия, которые не соответствуют дорожным условиям (резкий поворот руля, резкое торможение, превышение скорости); неблагоприятная дорожная обстановка; неисправность ТС.

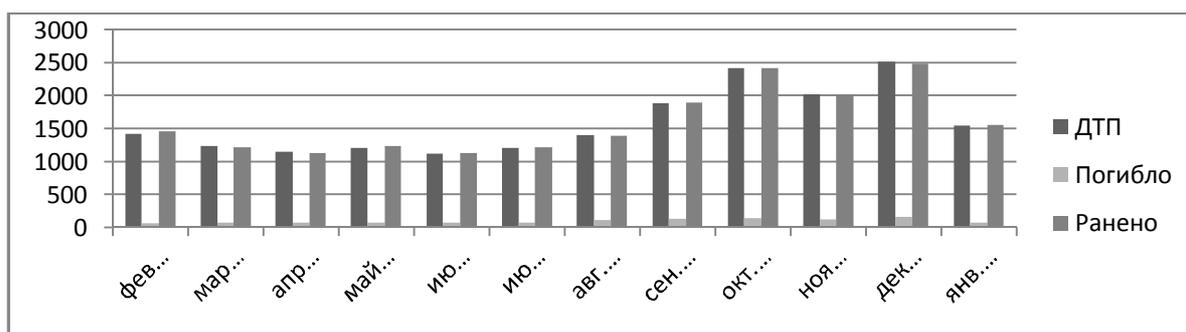


Рис. 1. «Статистика аварийности с наездами на пешеходных переходах и ее динамика»

Было проведено исследование на перекрёстках с интенсивностью движения 2050 автомобилей в час в городе Вологде (пересечение Прокатова-Горького, Ленинградская-Южакова, Мира-Чехова), которое выявило ряд нарушений. Сбор данных проводился в течение рабочей недели по три часа в день, в период времен с 8:00 до 20:00.

Таблица

Нарушения	Часть 2 статья 12.12 КоАП РФ Выезд за знак стоп	Пункт 6.2 ПДД Проезд на поздний оранжевый	Статья 12.12 КоАП РФ Проезд на красный сигнал светофора	Статья 12.12 КоАП РФ Проезд на погашенную стрелку секции светофора	Статья 12.18 КоАП РФ Не пропустил пешехода	Статья 12.29 КоАП РФ Переход на красный сигнал светофора	Интенсивность
Машинами	38	11	11	3	2		2050
Пешеходами						13	

Данные нарушения правил дорожного движения (табл.) могли привести к наезду автомобилей на пешеходов, то есть участники дорожного движения создавали аварийную ситуацию.

Статистика и данные исследования подтверждают, что безопасность на пешеходных переходах на низком уровне. За последние несколько лет светофоры модернизировались не раз, но сами плафоны неизменны - обычно D=22-33 см, и этого явно недостаточно для того, чтобы привлечь внимание водителя, сосредоточенного на дороге.

Интересное решение этой проблемы нашел дизайнер-изобретатель Ханйон Ли из Китая. Предложена концепт-идея того, как могут выглядеть светофоры будущего, вместо маленьких незаметных трёхцветных устройств на дорогах появятся современные яркие голограммы, работающие с помощью лазерных указок. Из множества лазерных лучей образуется виртуальная стена высотой 2 метра.

Как только на пешеходном переходе загорается красный цвет для машин, вдоль перехода появляется лазерная голограмма, изображающая идущих через улицу людей. Система будет представлять собой лазерный проектор, который будут закреплять поверх светофора и проецировать изображения двигающихся пешеходов, которые будут видны только водителям. Предполагается, что одновременно с тем, как будет загораться зеленый свет для пешеходов, водители будут видеть схематичные изображения идущих людей, что по замыслу авторов проекта заставит их останавливаться. При проезде на красный, машину фотографирует специальная камера. В вечернее и ночное время голограммы будут значительно ярче. При этом пешеходы будут видеть только красные полосы.

Данная система имеет явное преимущество в сравнении с обычным светофором. Водителю будет психологически сложно проехать сквозь виртуального пешехода. Статистики в данный момент не имеется, но результат обещает быть успешным. Смертность и количество наездов на пешеходов должна значительно снизиться.

Таким образом, можно предположить, что данная система светофора сможет повысить уровень безопасности пешеходов на переходах города.

## **СОСТОЯНИЕ И ПУТИ УВЕЛИЧЕНИЯ СРОКОВ СЛУЖБЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ МОСТОВ**

*А.В. Осов, А.А. Добрынин, К.М. Ильин*

*И.Н. Старишко, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В настоящее время в мостостроении наряду с проблемами строительства важнейшими являются вопросы реконструкции и ремонта существующих мостовых сооружений, обеспечения их надежности и долговечности. Сегодня до 80% средств, направляемых в мостовое хозяйство, предназначается для поддержания эксплуатационной способности существующих мостов.

Опыт эксплуатации мостов последних десятилетий выявил ряд характерных факторов, существенно повлиявших на долговечность и надежность мостовых сооружений. В первую очередь это касается железобетонных мостов.

К таким факторам, прежде всего, относятся коррозионные процессы в железобетоне, опасность которых не была своевременно и должным образом оценена как в нормативных документах, так и в практике проектирования, строительства и эксплуатации. Недоучет коррозионных процессов обусловил массовое развитие повреждений и, как следствие, резкое снижение долговеч-

ности мостов. Фактический срок службы большинства железобетонных мостов – 25-30 лет, после которого требуется дорогостоящие ремонтные работы.

Коррозионные повреждения можно разделить на три группы: коррозия арматуры, сопровождающаяся разрушением защитного слоя; замораживание и размораживание бетона в местах его увлажнения; протечки агрессивной воды на бетон, в основном с проезжей части, с образованием на нем высолов и сталактитов.

Наиболее распространенным является первый вид повреждений (коррозия арматуры), который в ряде случаев полностью вывел из строя мостовые сооружения. Толщина защитного слоя бетона нормируется исходя из условия, требующего, чтобы за длительный срок эксплуатации моста (около 100 лет) потеря пассивирующих свойств бетона за счет его карбонизации (реакции извести и углекислоты воздуха) не достигла арматуры.

Для плотного высококачественного бетона эти требования вполне удовлетворяются. За сроки 30-40 лет глубина карбонизации в наблюдаемых случаях не превышала 3-5 мм, что составляет небольшую долю от нормируемой толщины защитного слоя.

Напротив, при бетоне низкого качества, обусловленного пористостью с характером пор, способствующих ускоренному прониканию углекислоты в бетон, процессы намного ускорятся. На многих мостах обычным является глубина карбонизации за 20-30 лет в размерах до 20-30 мм, а в ряде случаев и выше. Эти недостатки наблюдаются и на новых конструкциях, где глубина карбонизации еще на заводе у неотправленных элементов достигает 10 мм за 6-12 месяцев.

Другим фактором, определяющим коррозионную стойкость арматуры, является толщина защитного слоя бетона. Здесь в отношении нормативных требований все в порядке – размеры защитного слоя регламентируются. Однако на практике строгого контроля за выполнением этих требований не осуществляется. В результате фактическая величина защитного слоя в эксплуатируемых мостах часто снижается почти до 0, в результате на поверхности бетона местами можно видеть очертание арматурного каркаса, проглядывающего сквозь тонкий слой бетона.

Больше всего хлопот дорожным и мостовым эксплуатационным службам доставляют так называемые диафрагменные пролётные строения с каркасной арматурой, запроектированные по типовому проекту № 56. Помимо того, что мосты постепенно разрушаются и ветшают, у них есть ряд общеизвестных конструктивных недостатков: это недостаточная толщина защитного слоя ребер балок, ненадёжное объединение балок по закладным деталям и другие. Балки выполняемые по типовому проекту № 56 зачастую имеют весьма серьёзные, ввиду недостаточного защитного слоя повреждения, вызванные процессами выщелачивания и хлоридной агрессии. Эти балки (в первую очередь

фасадные) могут иметь состояние, делающее их практически неремонтопригодными.

Подытоживая сказанное, можно сделать вывод о том, что при правильном проектировании, строительстве и эксплуатации можно создать долговечную конструкцию железобетонных мостов со сроком службы свыше 50 лет. Таким образом, главными факторами, характеризующими коррозию в железобетонных мостах и снижающими их долговечность, являются: увлажнение; низкое качество бетона; малый защитный слой бетона. Отсюда вытекают основные направления по увеличению долговечности мостов и сооружений на дорогах.

На кафедре «Автомобильные дороги» ВоГУ разработаны составы материалов и технология производства работ по увеличению несущей способности и долговечности существующих и строящихся мостов и сооружений на дорогах.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ СВОЙСТВ БИТУМНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

*Д.А. Козырева*

*В.А. Шорин, научный руководитель, д-р хим. наук, профессор*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Автомобильная дорога в течение срока службы подвергается различным воздействиям: транспортные нагрузки, природно-климатические факторы (температура, влажность и др.), движение грунтов. В результате этого возникают трещины, ямы, выбоины. Данные недостатки устраняются разными методами, цель которых обеспечить безопасность движения на автомобильной дороге.

Одним из таких способов является ямочный ремонт струйно-инъекционным методом (метод пневмонабрызга) с использованием специальной передвижной установки БЦМ-24 и битумной эмульсии. Суть его состоит в том, что выбоина, предварительно подгрунтованная битумной эмульсией, заполняется ремонтным материалом, подаваемым воздушной струей под давлением.

Технология ямочного ремонта включает в себя:

- 1) очистку от мусора, пыли, грязи струей сжатого воздуха;
- 2) обработку поверхности ямы битумной эмульсией;
- 3) заполнение ямы щебнем с эмульсией;
- 4) нанесение на поверхность заполненной ямы слоя чистого щебня.



Рис. Технология ямочного ремонта струйно-инъекционным методом

Для ремонта используется мелкий щебень (фракция 5-10 мм), а также быстрораспадающаяся анионная (для основных пород вроде известняка) или катионная (для кислых пород, к которым относится гранит) эмульсия.

Преимущества битумной эмульсии перед битумом:

- возможность использования битумных эмульсий на влажных покрытиях;
- снижение трудовых затрат, т.к. не требует подогрева перед применением;
- обеспечение экономии битума за счет малой вязкости и увеличения адгезии к минеральному материалу;

- является безопасной для окружающей среды и здоровья человека (в её составе нет токсических растворителей).

Целью работы является обработка битумной эмульсии ультразвуком для улучшения её свойств.

В данной работе рассматриваются две характеристики битумной эмульсии: *остаток на сите*, который определяет однородность битумной эмульсии, и *устойчивость при хранении*.

Сущность определения «остатка на сите» заключается в определении массы оставшегося на сите с сеткой № 014 вяжущего после процеживания эмульсии через сито.

Сущность определения «устойчивости при хранении» заключается в определении остатка на сите с сеткой № 014 после процеживания через него эмульсии, хранившейся при комнатной температуре в течение 7 и 30 сут. [1]

Полученные данные представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

### Влияние ультразвука на катионную битумную эмульсию

Тип эмульсии	Число кавитации	Время (мин)	t, °C	Остаток на сите, %	Устойчивость при хранении, % (через 3 мес.)
ЭБК-1	0	0	-	0,24	0,5
ЭБК-1	400-500	5	30-42	0,18	0,24
ЭБК-1	500-700	5	48-54	0,18	0,27

Таблица 2

### Влияние ультразвука на анионную битумную эмульсию

Тип эмульсии	Число кавитации	Время (мин)	t, °C	Остаток на сите, %	Устойчивость при хранении, % (через 3 мес.)
ЭБА-1	0	0	-	0,5	1,0
ЭБА-1	400-500	5	40-45	0,19	0,21
ЭБА-1	500-700	5	45-50	0,21	0,32

Исследования показали:

1) Свойства катионной битумной эмульсии улучшаются при озвучивании в течение 5 минут: эмульсия становится более однородной по сравнению с исходной (остаток битума на сите 0,18% от массы эмульсии) и устойчивость при хранении увеличивается (остаток битума на сите 0,24-0,27% от массы эмульсии при хранении в течение 3 месяцев).

2) Оптимальное время озвучивание анионной битумной эмульсии, когда достигаются лучшие свойства, 5 минут при числе кавитации 400-500. Эмульсия становится более однородной по сравнению с исходной (остаток битума на сите 0,19% от массы эмульсии), и устойчивость при хранении увеличивается (остаток битума на сите 0,21% от массы эмульсии при хранении в течение 3 месяцев).

Таким образом, можно сделать вывод, что ультразвук при определенном времени озвучивания и числе кавитации улучшает свойства битумных эмульсий, такие как однородность и устойчивость при хранении.

1. ГОСТ Р 52128-2003. Эмульсии битумные дорожные. Технические условия. – Введ. 27.06.2003. – Москва : ФГУП ЦПП, 2004. – 27 с.

## **ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ МОСТОВ**

*С.А. Корж*

*И.Н. Старишко, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В России в настоящее время интенсивно развивается применение композитных материалов (фиброармированных пластиков) для усиления железобетонных и предварительно напряженных железобетонных конструкций.

Композитные материалы изготавливаются в виде холстов, а также ламелей и стержней, которые представляют собой однонаправленные волокна, встроенные в полимерную матрицу и применяются для восстановления и повышения несущей способности сооружений.

Применение ламелей обеспечивает: уменьшение прогибов на плитах перекрытий и стенах; усиление бетонных, каменных и стальных конструкций; уменьшение прогиба при постоянной и переменной нагрузке; повышение усталостной прочности элементов конструкции.

Целью данной работы является повышение эффективности, надежности, долговечности и эксплуатационных качеств балок пролетных строений при строительстве, ремонтах и реконструкции мостов и других инженерных сооружений.

Для повышения грузоподъемности пролетных строений мостов, кроме наклеивания ламелей существуют и другие способы, такие как укладка дополнительных плит по всей проезжей части пролетного строения и объединения их с железобетонными балками с помощью анкеров; установка дополнительной жесткой арматуры, типа швеллеров, путем приклеивания её к нижнему поясу балки; комбинация этих способов и т.д.

Однако использование вышеуказанных способов усиления не дают возможности полностью использовать нормативные сопротивления устанавливаемой жесткой арматуры усиления или ламелей, так как они работают только на восприятие временной нагрузки. При этом наклейка ламелей усиления не снижает напряжения в балке от собственного веса в предельном состоянии.

Мосты с малой длиной пролетных строений находятся под действием максимальных нагрузок значительно чаще, чем мосты с большими пролетными строениями. Если для пролетных строений мостов больших пролетов вероятность появления колонн автомобилей массой по 18 т каждый и одним утяжеленным автомобилем массой 30 т или все колонны с автомобилями массой по 30 т очень мала, то для мостов с малыми пролетами (менее 30 м) такая нагрузка появляется часто (два автомобиля массой 18 т на пролетном строении встречаются часто). Поэтому срок службы мостов с малыми пролетными строениями, как правило, меньше, чем срок службы с большими пролетными строениями.

В балках длиной 16 м нагрузка от собственного веса и временная нагрузка примерно одинаковы, а в балке большого пролета нагрузка от собственного веса составляет до 75% от полной нагрузки на пролетное строение. Следовательно, грузоподъемность балки при этом способе усиления может быть увеличена всего лишь на 25-30%.

Таким образом, усиления пролетных строений с помощью наклейки ламелей при небольших пролетах, до 16 м, где несущая их способность может быть повышена на 50-60%, с дальнейшим же увеличением длины балок повышение несущей способности пролетных строений мостов указанным методом, как отмечено выше, снижается. Этот фактор не всегда учитывается при проектировании реконструкции мостов.

Нами же впервые предлагается новый метод повышения несущей способности пролетных строений мостов с помощью предварительно напряженных ламелей. Особенно эффективным указанный метод окажется при повышении несущей способности (в 2 и более раз) для пролетных строений большой длины.

Суть метода состоит в следующем, с помощью домкратов, установленных под балками, устраняется прогиб от собственного её веса и вызывается незначительный выгиб в пределах  $(\frac{1}{300} \div \frac{1}{400})$  её длины  $l$ . Для предотвращения возможного подъема балок на опорах, в верхней части пролетного строения, в местах их опирания, укладывается пригруз из бетонных блоков или других тяжелых элементов. Домкраты устанавливаются на временных опорах, расположенных в средней части пролета. Временные опоры возводятся на дорожных железобетонных плитах, уложенных на уплотненном щебеночном основании. Рядом с установленными домкратами, устраивается шпальная клетка, которая будет удерживать пролетное строение в приподнятом состоянии после удаления домкратов. После устройства выгиба в балках пролетного строения производится подготовка основания для наклейки ламелей. После наклейки ламелей с помощью тех же домкратов опускают балки пролетного строения до исходного положения. Когда напряжение сжатия в нижней грани балок пролетного строения уменьшается до нуля, напряжение растяжения в наклеенных ламелях возрастает от нуля до напряжений, соответствующих деформациям в бетоне на нижней грани балок, возникших в процессе их опускания. То есть ламели оказались предварительно напряженными, которые восприняли существенную часть нагрузки от собственного веса балки. Таким образом, в предварительно напряженных ламелями балках, ламели не только участвуют в восприятии временной нагрузки от транспортных средств, а и в восприятии нагрузки от собственного веса балок. Этим существенно повышаются эксплуатационные качества балок пролетных строений мостов: уменьшаются прогибы от заданных нагрузок, повышается трещиностойкость, возрастает долговечность и надежность в процессе их эксплуатации.

## ИНТЕГРАЦИЯ ДОРОЖНОЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

*М.В. Пискунов*

*В.А. Лукина, научный руководитель, канд. техн. наук, профессор  
Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова  
г. Архангельск*

Зимний период содержания автомобильных дорог на севере России является наиболее продолжительным, а также отличается повышенной сложностью, связанной с необходимостью ликвидации значительного объёма снежных отложений, а также с устранением других видов зимней скользкости. Такие виды работ требуют существенных финансовых затрат, в связи с чем во-

прос оптимизации работ по зимнему содержанию неоспоримо является актуальным.

Решение одной из задач по оптимизации зимнего содержания дорог и является целью данных исследований. Это задача интеграции метеорологической информации о состоянии погоды на конкретных участках дорог. Такая информация может поступать из различных источников.

Научная новизна исследований заключается в том, что данный вопрос не является окончательно проработанным даже внутри одного ведомства (в данном случае, ГКУ Архангельской области «Дорожное агентство «Архангельскавтодор»), не говоря уже о проблеме межведомственного взаимодействия.

Интеграция метеорологической информации предполагает поступление этой информации в единую информационную систему дорожной организации.

В центре управления движением (ЦУД) ГКУ Архангельской области «Дорожное агентство «Архангельскавтодор» роль такой системы выполняет информационная система CARMAN.

В настоящее время данные, поступающие с автоматических дорожных метеостанций (АДМС), не обрабатываются системой CARMAN, так как нет необходимого модуля для записи метеоинформации в систему. Эти данные хранятся отдельно в базе данных специализированного программного комплекса.

Помимо АДМС, метеорологические данные в ЦУД «Архангельскавтодора» передают подрядные организации и метеослужба ФГБУ «Северное УГМС».

Подрядчики и ФГБУ «Северное УГМС» вносят информацию в соответствующие приложения ИС CARMAN вручную.

Все получаемые метеорологические данные хранятся в базе данных ЦУД, но на сегодняшний день никаким образом не обрабатываются системой CARMAN, и никак не используются для прогнозирования зимней скользкости. Поэтому можно говорить о низкой степени автоматизации обработки дорожной метеорологической информации в Архангельской области.

Для того чтобы повысить степень автоматизации процесса приема и обработки метеорологической информации, необходимо обеспечить решение следующих задач:

- полностью автоматизировать сбор метеорологических данных и данных о состоянии дорожного покрытия с пунктов дорожного метеорологического контроля (ПДМК), в том числе с АДМС и с видеокамер, установленных на ПДМК и постах видеоконтроля;
- вести обмен метеорологической информацией между «Архангельскавтодором», ФГБУ «Северное УГМС» и подрядными организациями в едином формате;

- реализовать алгоритмы прогнозирования различных видов зимней скользкости на дорожном покрытии автомобильных дорог в зависимости от погодных условий;

- реализовать модуль предупреждений, рекомендаций, распоряжений и предписаний на выполнение дорожных работ, в зависимости от вида образовавшейся зимней скользкости;

- реализовать систему автоматического контроля выполнения работ по зимнему содержанию автомобильных дорог, в том числе контроль за своевременностью выполнения работ и за количеством задействованной техники.

С этой целью возникает необходимость разработки стандартной модели дорожных данных, а также единого формата их представления. Сокращённая схема модели дорожных метеоданных представлена на рисунке:



Рис. Модель дорожных метеорологических данных

Дальнейшая исследовательская работа должна быть связана с выработкой стандартных алгоритмов прогнозирования состояния дорожного покрытия и разработкой схемы управления дорожными работами, реализация которой и позволит оптимизировать работы по зимнему содержанию.

## ЗИМНЕЕ СОДЕРЖАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ МЕТОДОМ УПЛОТНЕННОГО СНЕЖНОГО ПОКРОВА

*А.С. Федукин*

*В.А. Лукина, научный руководитель, канд. техн. наук, профессор  
Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова  
г. Архангельск*

В настоящее время зарубежные страны имеют огромный опыт содержания покрытия дорог с низкой интенсивностью движения (<1500 авт./сут.) с уплотненным снежным покровом (УСП). Так в Финляндии 80 % дорог общего пользования содержится с УСП. Эксплуатация автомобильных дорог по данному методу эффективна в условиях устойчивых отрицательных температур, объема снегопереноса > 100 м<sup>3</sup>/м, соблюдением определенных требований по обеспечению безопасности движения. Тогда затраты на формирование, содержание УСП будут экономически оправданы.

В Российской Федерации внедрение этого метода зимнего содержания дорог осуществляется на участках федеральных и региональных дорог с интенсивностью <1500 авт./сут. (Архангельская, Вологодская, Тверская, Оренбургская, Амурская, Магаданская, Иркутская области, Карелия, Карачаево-Черкесия, Якутия, Чукотка, Красноярский, Хабаровский, Забайкальский края).

Для начала формирования УСП на автомобильных дорогах необходимо продолжительное выпадение осадков в виде снега в количестве, достаточном для достижения требуемой толщины уплотненного снежного слоя, величина которого устанавливается с учетом погодных-климатических условий. Нарращивание этого слоя производится при последующих снегопадах. Кроме того условиями для формирования снежного наката являются: относительная влажность воздуха от 65 до 85%; наличие отрицательных температур воздуха как в период формирования, так и в последующие периоды. Низкие температуры воздуха повышают физико-механические свойства УСП, и продолжительное время сохраняют допустимые транспортно-эксплуатационные показатели дорожных покрытий.

Основными методами формирования УСП являются: естественное формирование под действием колес проходящего транспорта с последующим профилированием автогрейдером (через 1 - 2 суток в зависимости от интенсивности движения и погодных-климатических условий), а также при патрульной снегоочистке с одновременным профилированием уплотненного снежного покрова комбинированными дорожными машинами (КДМ).

В условиях зимней эксплуатации дорог с УСП наиболее опасным для движения транспорта является зимняя скользкость. Для обеспечения безопасности дорожного движения на покрытии устанавливают скоростное ограниче-

ние (максимальная допустимая скорость на данном участке, уменьшенная на 10-20 км/ч.) и поддерживают шероховатость поверхности. Повышение шероховатости УСП осуществляют нарезкой продольных бороздок грейдерными ножами с зубчатой или гребенчатой режущей кромкой или созданием рифленной поверхности на УСП с помощью специальных навесных катков, фрез или специальных ножей. Затем распределяют различные фрикционные противогололёдные материалы (ПГМ) - природные пески, щебень мелких фракций, щебеночный отсев или высевки, шлаки или твердые отходы промышленности, удовлетворяющие действующим требованиям.

Наиболее ответственным и трудоемким процессом зимнего содержания автомобильных дорог с УСП является весенний период, когда необходимо сокращать время ликвидации снежно-ледяных отложений на дорожном покрытии для обеспечения удобного и безопасного дорожного движения транспорта, ускорения отвода талой воды с покрытия. Для ускорения ликвидации снежно-ледяных отложений в весенний период применяют способы: механический, химический и механохимический, которые позволяют сократить время ликвидации уплотненного снега на покрытии до 2 суток. Наиболее распространенным способом удаления снежно-ледяных отложений в весенний период является механическая очистка тяжелыми или средними автогрейдерами, средними отвалами, снегоуборочными машинами, которые позволяют снизить затраты на снятие УСП. В случае затяжного периода снеготаяния для ускорения ликвидации уплотненного снежного покрова применяются химические или комбинированные ПГМ с использованием пескосоляных смесей или чистых солей в твердом виде.

Применение УСП на дорогах позволяет увеличить срок службы асфальтобетонного покрытия за счёт обеспечения теплоизоляции и сокращения количества переходов через ноль (такие температурные колебания особенно разрушительны и опасны для дорог). Как показывает опыт эксплуатации автодорог методом УСП в европейских и скандинавских странах, который позволяет снизить до 30% затраты на ремонт и содержание, а также расход ПГМ. Такая технология более экологически безопасна, так как сокращается негативное влияние на окружающую среду и транспортные средства. Проведенный эксперимент применения УСП позволяет сократить затраты практически в три раза в сравнении с традиционным методом зимнего содержания автомобильных дорог.

Главная цель этого способа состоит в том, чтобы сохранить и преумножить транспортную сеть автомобильных дорог. Однако отсутствие соответствующих нормативно-технических и методических материалов сдерживают более широкое внедрение данного метода.

## ВЛИЯНИЕ МОДИФИКАТОРА НА СВОЙСТВА ФИБРОБЕТОНОВ

*С.Т. Акимбекова*

*Б.Ч. Кудрышова, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова  
Казахстан

Ежегодно расширяется номенклатура добавок для регулирования свойств бетона, бетонной смеси и экономии цемента.

Одним из способов улучшения свойств бетона является дисперсное армирование волокнами (фиброй) различного происхождения, такими как полипропиленовые, стальные, стеклянные, базальтовые, синтетические, углеродные и другие. Армирование цементного камня бетона волокнами уменьшает образование усадочных трещин и увеличивает его морозостойкость [1, 2].

Таким образом, в целях определения эффективности действия армирующих волокон, были проведены исследования по изучению влияния модификаторов различного механизма действия на цементный камень.

Учитывая, что самым чувствительным элементом в системном управлении качеством бетона является цементный камень, в качестве объекта исследований были взяты цементные образцы.

В качестве исходных материалов для исследований применяли портландцемент М500 Топкинского завода, а также следующие виды добавок: полипропиленовая армирующая фибра Anti-Crak™ HD, разработана и производится отделением Cem-FIL компании Сан-Гобэн Ветротекс, гиперпластификатор на основе поликарбоксилатов «Muraplast FK63» компании MC-Bauchemie Russia.

В ходе эксперимента были изготовлены контрольный состав и составы с вышеперечисленными добавками. Результаты эксперимента по определению нормальной плотности цементного теста при совместном введении добавки «Muraplast FK 63» с полипропиленовой фиброй приведены в таблице.

При введении модификаторов полипропиленовой фибры и Muraplast FK 63 в процентном содержании 0,1% (ФкофМ0,1) прочность при изгибе образцов – балочек повысилась на 15,3%, а в процентном содержании 0,2% (ФкофМ0,2) – на 32,95%.

А при введении модификаторов в процентном содержании 0,1% (ФкофМ0,1) прочность при сжатии образцов – кубиков повысилась на 15,5%, а при процентном содержании 0,2% (ФкофМ0,2) – на 12,2%.

Таблица

**Результаты определения нормальной плотности цементного теста  
при совместном введении добавки «Muraplast FK 63»  
с полипропиленовой фиброй**

Опытный состав	Масса цемента, г	Дозирование фибры полипропиленовой армирующей от массы цемента		Количество добавки «Muraplast FK63», мл	Количество воды, мл	Пестик не доходит до дна, мм	Нормальная плотность цементного теста, %
		%	г				
1 (контр.)	400	-	-	-	105	5	26,3
2 (ФкофМ0,1)	400	0,1	0,05	1,7	92	5	23
3 (ФкофМ0,2)	400	0,2	0,1	1,7	96	5	24

Таким образом, внедрение в технологию бетона новых эффективных модификаторов структуры, композиционных вяжущих веществ, тонкодисперсных добавок, волокнистых наполнителей обеспечивает следующее:

1) увеличивается морозостойкость, повышается стойкость к циклам «заморозка-оттаивание». Волокна вносят в раствор незначительное количество воздуха, тем самым, играют роль воздухововлекающих добавок;

2) за счет блокировки волокнами фибры капилляров бетона, увеличивается водонепроницаемость и, как следствие, уменьшается коррозия стальной арматуры;

3) существенно снижается усадка и, соответственно, трещинообразование в процессе первых часов твердения бетона, уменьшается вероятность повреждения конструкций при снятии опалубок;

4) снижается эффект расслоения, так как фибра удерживает песок во взвешенном состоянии, предотвращая поднятие цемента;

5) бетон армируется по всем направлениям;

6) повышается прочность на сжатие и на изгиб, усиливаются углы и торцы, тем самым, обеспечивается защита от разрушения краев и соединений бетонных плит и сборных железобетонных конструкций;

7) повышается стойкость бетонной поверхности к истиранию, так как волокна фибры способны контролировать перемещение воды в смеси, что уменьшает возможность сегрегации мелких частиц цемента и песка и дает более прочную и долговечную поверхность;

8) повышается способность бетонной смеси к сцеплению вследствие повышения адгезии. Этот эффект уменьшает отскок ЦПС при бетонировании больших поверхностей методом торкретирования;

9) сокращаются сроки набора прочности. Минимизируется образование усадочных трещин, уменьшается термическое растрескивание и увеличивается морозоустойчивость и износоустойчивость бетона.

1. Базанов С. М., Торопова М. В. Самоуплотняющийся бетон – эффективный инструмент в решении задач строительства [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.бетонплюс.рф/samuplбетон.htm/>

2. Добавки для бетона [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.nt-stroy.ru/dobavki-dlja-betona.html>

## **ЭФФЕКТИВНЫЕ СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ С ЛАКОКРАСОЧНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ**

*М.М. Альменбаев*

*А.Б. Сивенков, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Академия государственной противопожарной службы МЧС России  
г. Москва

*Н.А. Халтуринский, научный консультант, д-р хим. наук, профессор*  
Институт химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук  
г. Москва

В настоящее время для отделки стен, потолков, коридоров на объектах строительства используется многочисленное количество органических полимерных материалов, в том числе разные виды лакокрасочных материалов (ЛКМ). Несмотря на положительную роль использования ЛКМ в отделке древесных материалов и конструкций, они могут значительно повышать показатели их пожарной опасности [1].

Учитывая вышесказанное, приобретает большую актуальность разработка способов повышения устойчивости древесины с ЛКМ к действию высоких температур и пожара.

В работе проведены исследования по разработке способов снижения пожарной опасности древесины с ЛКМ с применением антипиренов.

В качестве исследуемых ЛКМ были выбраны наиболее применяемые лаки и краски в современном строительстве, такие как НЦ-132 (нитроцеллюлозная основа), ПФ-266, ПФ-283 (пентафталевая основа), Sikkens Cetol THB (алкидная основа), Sikkens Urethane 45 (полиуретановая основа).

Для добавления в состав ЛКМ и обработки древесной подложки использовались фосфор- и азотсодержащие антипирены.

Для исследования был использован стандартный метод по оценке индекса распространения пламени (ИРП) по поверхности материалов по ГОСТ

12.1.044-89 п. 4.19 и метод по определению воспламеняемости строительных материалов по ГОСТ 30402-96.

Была исследована эффективность применения антипиренов тремя способами. В первом случае антипирены вводились в ЛКМ в количестве не более 10 % по массе материала (1 способ). Во втором случае антипирены вводились не только в состав ЛКМ (не более 10 % исходного продукта), но и проводилось предварительное нанесение огнезащитного состава с расходом 300 г/м<sup>2</sup> на поверхность древесины (2 способ). В третьем случае проводилось предварительное нанесение огнезащитного состава с расходом 400 г/м<sup>2</sup> на поверхность древесины (3 способ).

Результаты сравнительных испытаний древесины с натуральными и антипирированными ЛКМ, а также при комбинированном способе нанесения антипирена по ГОСТ 12.1.044-89 п. 4.19 представлены в таблице.

Таблица

**Результаты сравнительных огневых испытаний  
по ГОСТ 12.1.044-89 п. 4.19**

№ п/п	Наименование ЛКМ	Индекс распространения пламени (ИРП) древесины с ЛКМ			
		Натуральные ЛКМ	1 способ	2 способ	3 способ
1	НЦ-132	156,36	17,26	3,8	0
2	ПФ-266	94,8	10,16	3,0	0
3	ПФ-283	93,6	30,77	15,6	4,6
4	Sikkens Cetol THB	70,2	19,9	3,8	0
5	Sikkens Urethane 45	367,3	45,74	12,7	3,5

Результаты, представленные в таблице, показывают, что 1-й и 2-й способы позволяют значительно снизить значение индекса распространения пламени по поверхности древесины с ЛКМ. При этом древесину с ЛКМ можно перевести из группы материалов быстро распространяющих пламя по поверхности в группу материалов медленно распространяющих пламя по поверхности с ИРП менее 20.

При увеличении расхода нанесения огнезащитного состава на поверхность горючей подложки до 400 г/м<sup>2</sup> (3-й способ) возможно получение образцов древесины с ЛКМ, не распространяющих пламя по поверхности.

При испытаниях по ГОСТ 30402-96 были определены значения критической поверхностной плотности теплового потока (КППТП), которая характеризуется минимальным значением плотности теплового потока, при котором возникает устойчивое пламенное горение образцов древесины с ЛКМ. При использовании различных способов введения антипиренов наблюдается увеличение времени воспламенения образцов и показателя КППТП. Наибольшей устойчивостью к воспламенению обладают образцы древесины с антипирированными лакокрасочными материалами: НЦ-132, ПФ-266, ПФ-283, Sikkens

Urethane 45. Все рассматриваемые образцы по ГОСТ 30402-96 относятся к группе материалов В3 (легковоспламеняемые материалы).

При использовании комбинированного способа нанесения и введения антипиренов для всех лакокрасочных систем наблюдается не только значительное повышение показателей воспламеняемости древесины с ЛКМ, но и перевод исследуемых образцов из группы материалов В3 (легковоспламеняемые) в группу материалов В2 (умеренно воспламеняемые).

Таким образом, результаты проведенного исследования свидетельствуют о возможности эффективного применения антипиренов для снижения пожарной опасности деревянных конструкций с ЛКМ различной химической природы.

1. Альменбаев М.М., Карменов К.К., Ельчугин А.В., Серков Б.Б., Сивенков А.Б. Пожарная опасность деревянных строительных конструкций с лакокрасочными материалами // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2013. – № 2. – С. 17-22.

## **РАСЧЁТ СТАЛЬНЫХ СТРОПИЛЬНЫХ ФЕРМ ПО РОССИЙСКИМ И ЕВРОПЕЙСКИМ НОРМАМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

*Е. И. Белкина*

*И. С. Казакова, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Вопрос сравнения европейской системы норм и нормативных документов Российской Федерации по расчету строительных конструкций в настоящее время представляет большой интерес в связи с современным процессом гармонизации. В настоящей работе был проведён сравнительный анализ методов расчёта стальных стропильных ферм по российским и европейским нормам проектирования [1].

Расчёты произведены для ферм покрытия пролётом 12 м и 24 м и шагом 6 м для разных снеговых районов для здания павильонного типа. Приняты фермы с параллельными поясами и треугольной решёткой из парных уголков, выполненные из стали С275 и европейского аналога этой стали – S275.

Определение постоянных нагрузок произведено по СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия» и EN 1991 «Нагрузки на конструкции». Установлено, что при вычислении этих нагрузок нет принципиальных различий, и в итоге они имеют одинаковые значения.

При определении временных снеговых нагрузок по СП 20.13330.2011 и EN 1991 выявлены различия в коэффициентах и схемах их распределения. Поэтому в результате получились расхождения в расчетных снеговых нагрузках на горизонтальную проекцию покрытия примерно 11% в пользу EN 1991.

Определение усилий в стержнях фермы выполнено с помощью программы SCAD Office.

Подбор сечений стержней ферм был произведён по СП 16.13330.2011 «Стальные конструкции» и EN 1993-1-1 «Проектирование стальных конструкций». При расчете по EN 1993-1-1 были использованы следующие формулы:

- для растянутых элементов:

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M_0}} ; \quad (1)$$

- для сжатых элементов:

$$N_{b,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\chi \cdot \gamma_{M_1}} , \quad (2)$$

где  $A$  – площадь поперечного сечения;

$N_{pl,Rd}, N_{b,Rd}$  – осевое расчётное усилие;

$f_y$  – предел текучести;

$\gamma_{M_0}, \gamma_{M_1}$  – частный коэффициент безопасности;

$\chi$  – понижающий коэффициент устойчивости для соответствующей формы потери устойчивости.

Подбор сечений стержней из парных уголков производился по ГОСТ 8509-93 «Уголки стальные горячекатаные равнополочные» и по EN 10056-1 «Равнополочный и неравнополочный уголок из конструкционной стали. Часть 1: размеры».

Расход стали на фермы был определен в расчете на  $1 \text{ м}^2$  покрытия. Результаты, полученные при вычислении расходов стали на ферму пролетом 12 м и 24 м, представлены в виде диаграмм на рисунке.

Из анализа полученных результатов, можно сделать вывод, что расходы стали на ферму, рассчитанные по СП 16.13330.2011 и EN 1993-1-1 имеют различные значения с перерасходом стали по европейским нормам. Для I и II снеговых районов при расчете была получена разница менее 5 %, приблизительно 7, 12 и 14 % для III, IV и V снеговых районов, соответственно. При увеличении пролета фермы выявлено, что расхождение результатов уменьшается на 2 – 3 %.

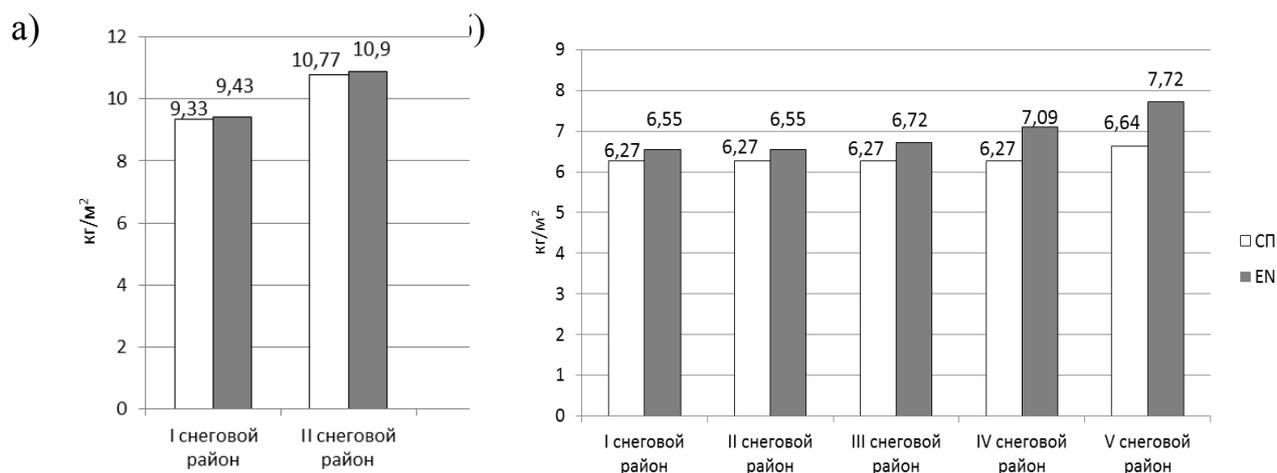


Рис. Расход стали (кг/м<sup>2</sup>) на фермы: а) пролетом 24 м (I, II снеговые районы); б) пролетом 12 м (I-V снеговые районы)

Следует отметить, что полученные в работе результаты близки к результатам исследования автора работы [2], где разница в расходах стали на прогоны, балки и колонны для многопролётного одноэтажного здания павильонного типа составляет от 12 до 16 %.

1. Пугачев, С. В. Применение Еврокодов в строительстве / С. В. Пугачев // Строй ПРОФИ. – 2014. - №21. – С. 16-21.

2. Сопоставление уровней надежности, обеспечиваемых нормами Российской Федерации и Евросоюза / В. В. Надольский [и др.] // Вестник МГСУ. – 2013. - №6. – С. 7-20.

## ЭФФЕКТИВНОЕ КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ЗДАНИЯ ДЕТСКОГО САДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕСЪЕМНОЙ ОПАЛУБКИ VELOX

**А. И. Васильева**

**И.С. Казакова**, научный руководитель, канд. тех. наук, доцент  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

В России обострилась проблема дефицита мест в детских садах, которая возникла в связи с перепрофилированием большого количества детских учреждений в 1990-е годы и повышением роста рождаемости в последние годы.

На начало 2014 г. в Вологодской области почти 17,23 тыс. детей нуждались в устройстве в дошкольные образовательные организации. В Вологодской области, как и во многих регионах России, эта проблема стоит очень остро и требует быстрейшего разрешения. Разработанный проект нацелен на строительство малокомплектных детских садов в малых городах и поселках

городского типа с минимальными затратами на их возведение и минимальными сроками строительства.

Правительством Вологодской области была утверждена долгосрочная целевая программа «Реконструкция и строительство детских садов на территории Вологодской области» на 2012 – 2020 годы.

Целью проекта является разработка эффективного конструктивного решения здания детского сада с использованием новой технологии Velox, которая до настоящего времени использовалась только в жилищном строительстве.

В работе представлено объемно-планировочное решение здания малокомплектного детского сада на 75 мест.

Строительная система Velox представляет технологию монолитного строительства, где стены и перекрытия бетонируются в опалубке, изготовленной из щепоцементных плит, которая после бетонирования остается и является частью конструкции стены или перекрытия (рис.). Несъемная опалубка Velox состоит из двух древесно-цементных панелей, размером 2000x500 мм, толщиной 35 мм, устанавливаемых параллельно друг другу и скрепленных между собой проволочными стяжками. При проектировании было использовано минимальное количество типоразмеров панелей опалубки. Использование технологии Velox позволяет выполнить строительство здания малокомплектного детского сада за 3 -4 месяца, что является в три раза быстрее по сравнению с другими технологиями.

Малокомплектный детский сад предполагает организацию групп с раздевалкой, спальней, групповой, буфетом. В каждой группе предусмотрено помещение для хранения колясок, санок, велосипедов, лыж, игрушек используемых на территории. Помимо групповых помещений сад оборудован залом для музыкальных и спортивных занятий, бассейном, медицинским кабинетом, кухней и прачечной, с соответствующими площадями, определяемыми МГСН 4.07-05 «Дошкольные образовательные учреждения»[2].

Центральная лестница здания - встроенная, незадымляемая, выполнена из типовых железобетонных ступеней по металлическим косоурам. С монолитными железобетонными площадками из бетона В15.

Основной элемент строительства - щепоцементные плиты являются экологически чистым, не токсичным материалом, так как на 90% состоят из деревянной щепы, и допускаются в строительстве детских садов. По пожарно-техническим свойствам плиты Velox имеет характеристики пожарной опасности: группу горючести Г1, группу воспламеняемости В1, группу дымообразующей способности Д1. Предел огнестойкости конструкции внутренних и наружных стен REI 150, перекрытий REI 60. Класс пожарной опасности стен К0. Утеплитель RockWool- жесткие гидрофобизированные плиты, изготовленные из минеральной ваты на основе базальтовых пород.

Таким образом, здание малокомплектного детского сада на 75 мест соответствует степени огнестойкости I и классу К0.

Технико-экономическое исследование различных конструктивных решений зданий детских садов приведено в таблице. Из анализа таблицы следует, что строительство по технологии VELOX приводит к экономическому эффекту.

Таблица

Показатели экономического эффекта	Экономия материалов в руб. по сравнению с конструктивным решением из:			
	Кирпича	Газобетонных блоков	Блоков DURISOL	Плит GREEN BOARD
На 1 кв.м	1 489	1 413	1271	900
На 1 детский сад	2 804 812	2 666 209	2 295 844	1 626 223
По Вологодской обл.	644 653 886	613 851 311	528 044 138	374 031 265
Удорожание к Velox в расчете на 1м <sup>2</sup> коробки здания	<b>30%</b>	<b>28%</b>	<b>24%</b>	<b>17%</b>

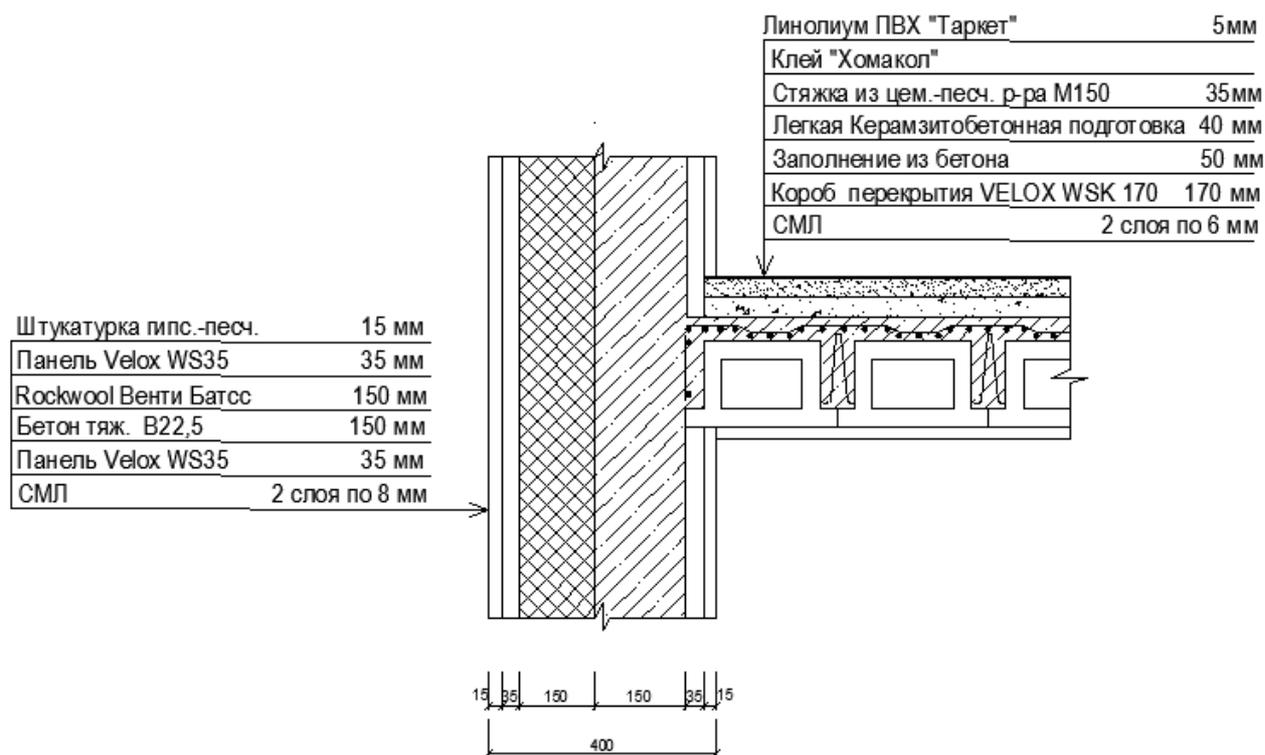


Рис. Узел соединения перекрытия с наружной стеной

1. СанПиН 2.4.1.1249-03. Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию, оборудованию и режиму работы дошкольных образовательных учреждений. – Москва, 2003. – Вып. 25. – С. 58.

2. МГСН 4. 07-05 Дошкольные образовательные учреждения. – Москва, 2006. – №911 ПП. – С. 53.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ, ПРОТЕКАЮЩИХ ПРИ ОБЖИГЕ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ОТХОДОВ УГЛЕДОБЫЧИ

*О.В. Вышарь*

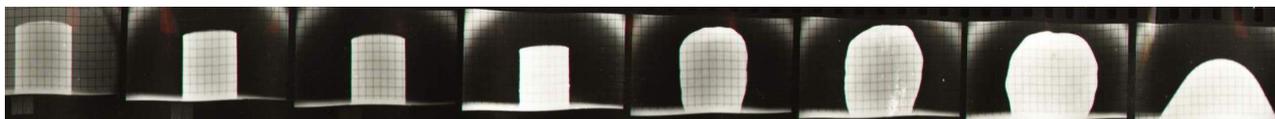
*В.Т. Станевич, научный руководитель, канд. техн. наук, профессор  
Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова  
г. Павлодар, Казахстан*

Обжиг керамических изделий является основным переделом, влияющим на образование кристаллизационной структуры, физико-механические свойства и качество готовых изделий.

Отходы угледобычи по минеральному составу относятся к каолинито-гидрослюдистому сырью и отличаются от традиционных глин наличием органического вещества.

С целью оптимизации режима обжига и изучения процесса минералообразования в условиях интенсивного выгорания органических веществ проведены исследования по определению характеристик плавкости, а также дифференциально-термический, петрографический, дифрактометрический анализы образцов, обожженных при различных температурах [1].

На нагревательном микроскопе МНО-2 установлены температуры соответствующие деформации образцов, их максимальной усадке и вспучиванию, при которой образцы образуют полусферу и переходят в жидко-плавкое состояние (рис.).



*Рис. Характеристики плавкости образцов из вскрышных пород*

Анализ полученных данных показал, что начало деформации образцов из аргиллитов разреза «Степной» наблюдается при 1000-1080°C. с увеличением указанной температуры от горизонта + 150 м. к горизонту + 50 м. Начало деформации образцов из аргиллита разреза «Майкубенский» отмечено при 1050°C.

Начало спекания образцов отмечено при 1240-1250°C, интервал спекания составил 210-230°C. По температуре спекания 1240-1250°C исследуемые породы можно отнести к группе среднетемпературного спекания. При 1450-1470°C наблюдается вспучивание образцов. При исследовании характеристик плавкости, температуру размягчения, при которой образец превращается в полусферу можно считать показателем огнеупорности пород, так как при этой температуре еще не происходит плавление образцов. Аргиллиты относятся к

группе тугоплавкого сырья с показателем огнеупорности 1500-1580°C. Жидкоплавкому состоянию аргиллитов соответствуют температура 1550-1590°C.

Анализируя характеристики плавкости аргиллитов разрезов «Степной» и «Майкубенский» следует отметить, что наибольшее изменение структуры образцов происходит при их термической обработке в интервале температур соответствующих деформации при максимальной усадке и максимальном вспучивании, при идентичности процессов спекания для всех горизонтов залегания.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о целесообразности обжига изделий из аргиллитов до максимальной температуры порядка 975-1025°C в условиях выгорания органических веществ с образованием минералов, способствующих формированию керамического черепка (табл.).

Таблица

**Температурные интервалы физико-химических процессов, протекающих при обжиге образцов из отходов угледобычи**

Основные физико-химические изменения	Температура, °С			
	Разрез «Степной» аргиллит			Разрез Майкубенский аргиллит
	Горизонт +50	Горизонт +100	Горизонт +150	
Выделение низкотемпературной воды	90-100	90-190	90-200	100-190
Воспламенение и горение летучих компонентов горючего вещества	250-380	250-380	270-390	290-400
Выделение среднетемпературной конституционной воды	540-620	480-630	520-630	530-640
Воспламенение и горение органического вещества	430-700	450-780	450-790	480-800
Выделение высокотемпературной воды	760-800	720-810	740-800	70-730
Выгорание органического вещества	850-950	910-950	920-975	850-950
Начало образования жидкой фазы	860	910	930	840
Кристаллизация новообразований с участием жидкой фазы	960-990	970-990	980-1000	960-990

Таким образом, в результате проведенных исследований изучены процессы образования кристаллизационной структуры образцов из аргиллитов при их обжиге и исследована кинетика выгорания органических веществ с целью оптимизации режимов термической обработки [2].

1 Инструкция по изучению и оценке попутных твердых полезных ископаемых и компонентов при разведке месторождений угля и горючих сланцев. – Москва : Наука, 1987. – 65 с.

2 Вакалова, Т.В. Глины. Структура, свойства и методы исследования: учебное пособие / Т.В. Вакалова. – Томск : Изд-во ТПУ, 2009. – 249 с.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТОНКОЙ ВЯЗКОУПРУГОЙ ЛЕНТЫ

*Ю.В. Гнездилова*

*А.И. Столяров, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

При транспортировании ленточных носителей информации - тонких полимерных лент возникают упругие слабодемпфированные колебания, что вносит искажения при записи и считывании цифровых и аналоговых сигналов, часто имеющих уникальный характер. Целями настоящего исследования являются:

- идентификация структуры динамической модели тонкой полимерной ленты;
- определение вязкоупругих характеристик ленты – динамических жесткости  $C$  и вязкости  $B$ ;
- установление характера зависимости жесткости  $C$  и вязкости  $B$  от уровня натяжения ленты.

Для экспериментального определения динамических параметров – жесткости и вязкости участок ленты вводился в состав одномассовой упруго-вязкой системы. Система возмущалась силовым тест-сигналом в форме ступеньки и фиксировалась ее реакция, представляющая затухающее колебание. В процессе исследования был проведен комплекс опытов для различных значений длин материала, масс грузиков и возмущающих усилий.

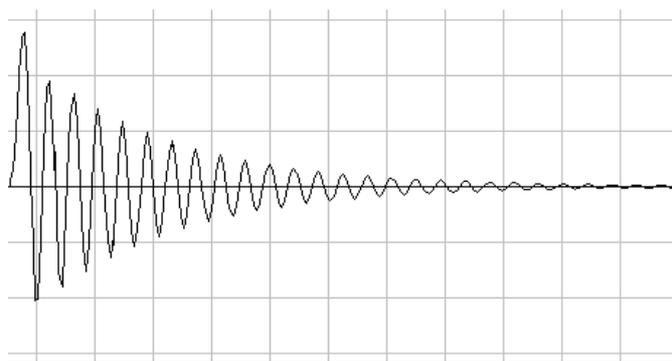


Рис. 1

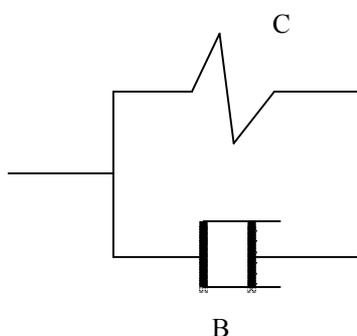


Рис. 2

для различных значений длин материала, масс грузиков и возмущающих усилий. На рис. 1 для иллюстрации приведена осциллограмма натяжения для образца ленты. Анализ осциллограммы натяжения указывает на проявление упругих и демпфирующих свойств, что позволяет принять в качестве базовой динамической модели тонкой полимерной ленты модель Кельвина-Фойгта (рис. 2 [1]).

Динамическая жесткость определялась при обработке осциллограмм по соотноше-

нию  $C = \omega_0^2 m$ , ( $\omega_0$  – циклическая частота собственных колебаний,  $m$  – масса груза). Динамическая вязкость  $B = 2m/\tau$ , ( $\tau$  – время релаксации). Исследовалось влияние силы натяжения на данные динамические параметры. Оказалось, что с ростом силы натяжения динамическая жесткость возрастает по нелинейному закону и имеет явно выраженный участок насыщения. Динамическая вязкость с ростом натяжения растет по закону, близкому к степенному.

1. Столяров А.И. Идентификация структуры и параметров стационарной модели тонкой полимерной ленты на основе полиэтилентерефталата. – Вузовская наука – региону : материалы первой областной межвузовской научно-практической конференции в 2-х томах. – Вологда: ВоГТУ, 2000. – Т.2. – С. 129-130.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ АРМАТУРЫ

*Р.В. Докучаев, О.А. Корнев*

*М.Н. Попова, научный руководитель, д-р хим. наук, профессор  
Московский государственный строительный университет  
г. Москва*

Композитная арматура представляет собой неметаллические стержни из базальтовых, арамидных, углеродных или стеклянных волокон, скрепленных затвердевшим полимерным связующим, с образованным на поверхности стержней ребристым или песчаным покрытием для сцепления с бетоном. При этом полимерная клеевая основа обеспечивает защиту волокон от агрессивного воздействия эксплуатационных сред. Характеристики композитной арматуры обеспечиваются типом используемого волокнистого материала, видом полимерного связующего, а также технологией ее изготовления.

В настоящем тезисе представлены результаты испытаний на базе ЭДИЦСК ИСА МГСУ, стеклокомпозитной арматуры со спиральной навивкой стеклоровинга с песчаной посыпкой и арматуры стеклокомпозитной с песчаной посыпкой без спиральной навивки, изготовленных СВЧ-методом, а также арматуры углекомпозитной с анкерочным слоем: тонкая спиралевидная нить с песчаной посыпкой. Диаметр арматуры 8 мм.

На выходе из полимеризационной камеры, стеклопластиковые изделия имеют недостаточно высокую степень отверждения. При применении водяного охлаждения, под воздействием холодной воды, недоотвержденный стеклопластик подвергается термоудару, что приводит к возникновению микротрещин в зонах между связующим и волокном. При этом существенно снижаются эксплуатационные характеристики материала.

Микроволновый метод осуществляет равномерный нагрев стержня во всем объеме и снимает внутренние термические напряжения в процессе реакции полимеризации. Объемный характер нагрева диэлектрических стержней приводит к полноте реакции полимеризации и высоким прочностным характеристикам получаемых изделий.

Высокие физико-механические свойства неметаллической арматуры в основном определяются свойствами волокон, однако среди всех показателей выделяется низкий модуль упругости. Это связано с низким модулем упругости связующего.

Сравнительные характеристики по основным показателям стальной арматуры А400С и композитной приведены в таблице.

Таблица

### Сравнительные показатели арматуры

Тип арматуры	Анкеровочный слой	Силовой стержень/Ровинг	$\sigma_v$ , МПа	$E_f$ , МПа	$\varepsilon_v$ , %
АСК	Спиральная навивка стеклоровинга с песчаной посыпкой	Стеклоровинг	1136,04	52578,42	2,14
АСК	Песчаная посыпка	Стеклоровинг	990,31	52570,32	1,89
АУК	Тонкая спиралевидная нить с песчаной посыпкой	Углеродный ровинг	1405,32	113065,34	1,24
Арматура А400С	Сталь	Сталь	390	200000	25

Стоимость 1 м неметаллической арматуры пока выше стоимости стальной арматуры той же несущей способности, поэтому неметаллическую арматуру целесообразно применять в конструкциях, позволяющих реализовать ее особые свойства: легкость, коррозионную и электроизолирующую стойкость, магнитоэнергетность и радиопрозрачность.

1. Фролов, Н.П. Стеклопластиковая арматура и стеклопластбетонные конструкции [Текст] / Н. П. Фролов. – Москва : Стройиздат, 1980.

2. Таран В.В., Янков А.В., Особенности применения композитной арматуры при возведении строительных конструкций зданий и сооружений // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2013. – № 6(104). – С. 35-40.

## РАЗРАБОТКА НОВЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИСТИРОЛА С ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЙ СОВМЕСТИМОСТЬЮ КОМПОНЕНТОВ

*А.А.Егорова*

*М.Н. Попова, научный руководитель, д-р хим. наук, профессор*  
Московский государственный строительный университет  
г. Москва

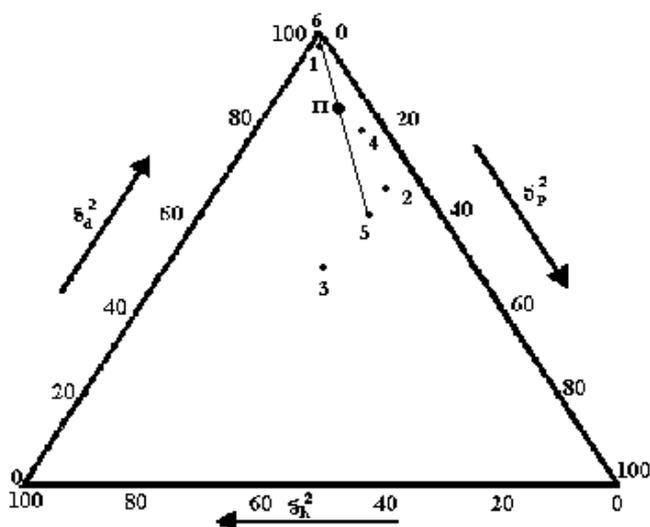
Одной из важнейших характеристик любого композиционного материала, в значительной мере определяющих его эксплуатационные свойства, является термодинамическая совместимость компонентов, входящих в композит. Решение проблемы совместимости является наиболее сложной по отношению к полимерам, так как особенности их строения и свойств практически исключают их взаимную растворимость.

Применение различных низкомолекулярных жидкостей, термодинамически совместимых с высокомолекулярными соединениями, способствует решению этой проблемы. Наилучшим растворителем для полимера будет тот, параметр растворимости которого равен или близок по значению параметру растворимости полимера [1, с. 68]. Используемый в данной работе метод графического анализа совместимости позволяет не просто производить подбор растворителей исходя из их термодинамической совместимости с полимером, а изменять эту совместимость, «конструировать» оптимальный растворитель из компонентов даже плохо совместимых или вообще несовместимых с полимером. Это позволяет применять в качестве растворителей доступные и экологически безопасные низкомолекулярные жидкости. В принципе достаточно иметь три низкомолекулярные жидкости, по одной из каждой области концентрационного треугольника, приведенного на рисунке, чтобы, смешивая их в определенном соотношении, приготавливать растворитель для любого полимера.

### **Определение совместимости полистирола с низкомолекулярными жидкостями**

Многие свойства полимеров, в частности, параметр растворимости носят аддитивный характер и их можно оценить, суммируя соответствующие показатели для структурных составляющих макромолекул (элементарных звеньев, функциональных групп). Ван Кревелен привел константы молекулярного притяжения при 25°C по Смоллу [2, с. 135]. Исходя из известного значения плотности полистирола ( $\rho = 1,05 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ ) и молярной массы элементарного звена полимера ( $M = 104,1 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ ), используя формулу, получим  $\delta = 9,04 \text{ (калл} \times \text{см}^3)^{1/2}$ . Так как  $1 \text{ (калл} \times \text{см}^3)^{1/2} = 2,04 \times 10^3 \text{ (Дж} \times \text{м}^3)^{1/2}$ , то  $\delta = 18,44 \text{ (МДж} \times \text{м}^3)^{1/2}$ . Полученное значение параметра растворимости исследуемого

полимера совпадает с указанным в [3]. Трехмерный параметр растворимости полистирола:  $\delta_d = 17,5$  (МДж $\times$ м<sup>3</sup>)<sup>1/2</sup>;  $\delta_p = 6,1$  (МДж $\times$ м<sup>3</sup>)<sup>1/2</sup>;  $\delta_h = 4,1$  (МДж $\times$ м<sup>3</sup>)<sup>1/2</sup> [1, с.71, табл. 2.1] даёт возможность определить местонахождение полистирола на треугольной диаграмме растворимости (рис.).



*Рис. Расположение на треугольной диаграмме в координатах трехмерного параметра растворимости полистирола – П и органических растворителей:*  
 1 – толуол, 2 – нитробензол,  
 3 – анилин, 4 – дихлорэтан,  
 5 – ацетон, 6 – гексан

### Результаты испытаний физико-механических и технологических свойств разработанных материалов

При взаимодействии вторичного ударопрочного полистирола с оптимально совместимой с ним смесью органических растворителей был получен полимерный материал, обладающий высокой пластичностью [4]. В начальный момент времени, предшествующий испарению растворителей, адгезионные свойства материала практически отсутствуют: он не липнет к рукам и формирующему оборудованию, что позволяет легко заделывать дефекты, трещины, неплотности и герметизировать неподвижные соединения деталей машин, поверхности бетонных и железобетонных материалов, конструкций; склеивать металлические, бетонные и железобетонные, деревянные изделия и конструкции, приклеивать керамическую плитку, штучные и мозаичные паркетные, линолеум и рулонные материалы к различным основаниям (металлическим, деревянным, бетонным). Отверждаясь после испарения растворителей, этот материал обладает достаточно высокими адгезионными и прочностными показателями, что дает возможность использовать его как в качестве герметика, замазки, мастики, так и в качестве клеев [5].

1. Гольдаде В.А., Неверов А.С., Пинчук Л.С. Низкомодульные композиционные материалы на основе термопластов. – Минск : Наука и техника, 1984. – 231 с.

2. Ван Кревелен Д.В. Свойства и химическое строение полимеров. – Москва : Химия, 1976. – 416с.
3. Молодцова Е.Д. Критерии выбора растворителей для полимеров // Пластические массы – 1991. – №8. – С. 47-51.
4. Шиц Л.А. Совместимость полимеров // БСЭ. – Москва, 1972. – Т.3 – С. 948.
5. Николаев А.Ф. Синтетические полимеры и пластические массы на их основе. – Москва : Химия, 1964. – 784с.

## МЕТОДИКА РАСЧЕТА ОСАДОК ФУНДАМЕНТОВ НА ОБЛОМОЧНО-ГЛИНИСТЫХ ГРУНТАХ

*А.К. Жауханова*

*В.А. Козионов, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент  
Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова  
г. Павлодар (Казахстан)*

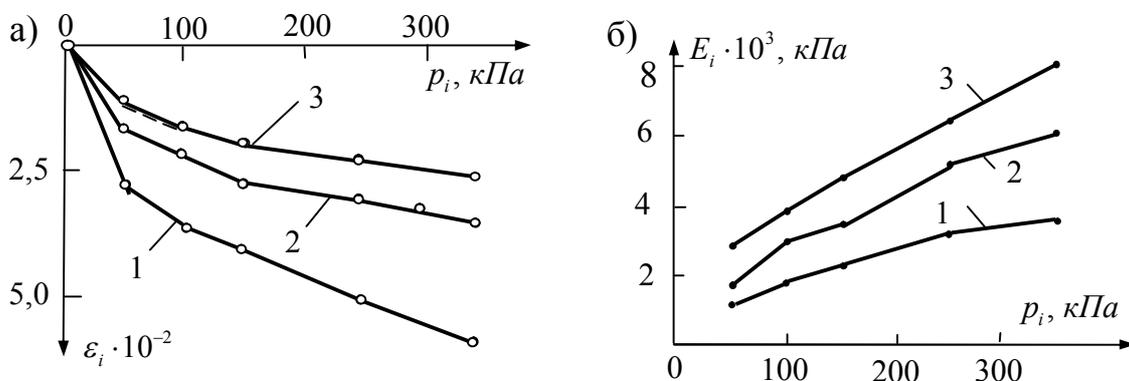
При проектировании сооружений на толщах элювиальных, делювиальных, пролювиальных и других отложений, имеющих распространение в ряде регионов Республики Казахстан, возникает необходимость определения осадок фундаментов на грунтах, представляющих собой природные смеси (компиты) включений из скальных обломков с пылевато-глинистым заполнителем, называемыми в практике обломочно-глинистыми грунтами. Существующие методики расчета осадок фундаментов не в полной мере учитывают наличие в таких грунтах крупнообломочных включений. Чаще всего расчет ведется по механическим свойствам заполнителя. В то же время, как показывают результаты современных исследований [1] и ряда других работ, деформируемость таких грунтов существенно зависит от структурно-механических особенностей и напряженного состояния. В связи с этим, задача совершенствования методик расчета осадок фундаментов на обломочно-глинистых грунтах является актуальной.

Целью работы является уточнение методики расчета осадок фундаментов на основе метода послойного суммирования (МПС) путем учета в грунте содержания включений и величины напряжений по глубине основания.

На рисунке 1а приведены характерные результаты выполненных нами экспериментов по изучению компрессионной сжимаемости суглинка с влажностью  $w = 0,205$  и различным содержанием включений  $n$  из дресвы.

Результаты экспериментов указывают на наличие сложной функции коэффициента относительной сжимаемости  $\varepsilon_i$  от давлений  $p_i$  и  $n$ , т.е.

$\varepsilon_i = f(n, p_i)$  и подтверждают «армирующее» влияние включений на сжимаемость грунтов.



*a* –  $\varepsilon_i = f(p_i, n)$ ; *б* –  $E_i = f(p_i, n)$ ; 1 –  $n = 0\%$ ; 2 –  $n = 20\%$ ; 3 –  $n = 40\%$

Рис. 1. Компрессионные зависимости для суглинка с включениями из дресвы

Учитывая приведенные особенности деформирования грунтов, предлагается следующее уточнение методики расчета осадок фундаментов МПС.

1. Формула для расчета осадок фундаментов МПС представляется в виде

$$S = \beta \cdot \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{z,i} \cdot h_{i}}{E_i(\sigma_{z,i}, n)}, \quad (1)$$

где  $h_i$  – толщина  $i$ -го слоя, на которые разделена сжимаемая толща;

$\sigma_{z,i}$  – сжимающее напряжение в  $i$ -ом слое;

$E_i$  – модуль деформации  $i$ -го слоя, зависящий от напряжения и содержания в нем включений;

$\beta = 0,8$  – коэффициент.

2. По данным отчета по инженерно-геологическим изысканиям устанавливается распределение содержания включений по глубине основания. Такие данные, например, для элювиальных грунтов являются обязательными.

3. Определяется распределение напряжений по глубине основания с использованием нормативной формулы СНиП РК 5.01-01-2002 [1]  $\sigma_{z,i} = \alpha \cdot p_0$ . Здесь  $\alpha$  – коэффициент, определяемый по таблице СНиП РК 5.01-01-2002 [2];  $p_0$  – дополнительное давление по подошве фундамента.

4. Определяется толщина сжимаемой толщи грунта под фундаментом с учетом рекомендаций СНиП РК 5.01-01-2002 [2].

5. Сжимаемая толща разбивается на  $i$  слоев и для каждого  $i$ -го слоя определяются осредненные значения содержания включений  $n_i$  и напряжения  $\sigma_{z,i}$ .

6. По графикам  $\varepsilon_i = f(p_i, n)$  (рис. 1а), устанавливаются значения модуля деформации каждого слоя грунта  $E_i$  в интервале от  $p_i$  до  $p_{i+1}$  по формуле

$$E_i = f(p_i, n) = \frac{p_{i+1} - p_i}{\varepsilon_{i+1} - \varepsilon_i} \cdot \beta. \quad (2)$$

Вид функций  $E_i$  (рис. 1б) подтверждает их зависимость от  $n$  и  $p$ . Полученные значения  $E_i$  сопоставляются с данными полевых испытаний грунтов.

7. Общая осадка фундамента определяется по формуле (1) как сумма осадок всех  $i$ -х слоев грунта в пределах сжимаемой толщи грунтов основания.

Таким образом, использование зависимости (1) позволяет более полно отразить в расчетах осадок фундаментов МПС специфику обломочно-глинистых грунтов, что повышает эффективность проектных решений фундаментов.

1. Тер-Мартirosян, З.Г. Распределение напряжений и деформаций в неоднородном грунте с учетом формы, размеров и жесткости включений / З.Г. Тер-Мартirosян, А.Ю. Мирный // Геотехника. – 2010. – № 3. – С. 21 – 27.

2. СНиП РК 5.01-01-2002. Основания зданий и сооружений. Нормы проектирования. – Введ. 2003 – 01 – 03. – Астана : Изд-во МИИТ РК, 2002. – 83 с.

## К ИССЛЕДОВАНИЮ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЯХ ЗДАНИЙ

*И.С. Жукова*

*И.С. Казакова, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Целью работы является оценка энергосбережения офисных зданий, за счет измерения КЕО в различных вариантах планировочных решений.

Конструктивная схема здания представляет собой металлический каркас. В качестве фундамента предусмотрена монолитная железобетонная плита. Перекрытия монолитные. Наружный стеновой контур в данном конструктивном решении выполняется из сэндвич-панелей с утеплителем на основе базальтового волокна (Ruukki-Вентал).

При проектировании «Делового центра в г. Вологде» возникла необходимость в создании такой ячейки, в которой не потребуются искусственное освещение в течение рабочего дня.

Основной проблемой являлось то, что в СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение» не приведена методика определения расчетного

КЕО на этапе проектирования зданий. Поэтому работа выполнена с помощью индивидуальной программы «Свет», разработанной на кафедре промышленного и гражданского строительства ВоГУ, которая опирается на СНиП II-4-79 [1].

Было произведено исследование двух типов ячеек. Первый вариант представляет собой стандартную прямоугольную ячейку с размерами 12х8м и 3-мя проемами 0,9х1,5м. Второй вариант имеет сотовую структуру с размерами 9,2х8м и тремя проемами 0,9х3м.

Путем наложения КЕО от каждого проема, были определены расчетные коэффициенты и построены кривые распределения света по глубине помещения. Данные кривые продемонстрированы на рисунке.

Нормируемые значения КЕО определялись по формуле 1, приведенной в СП 52.13330.2011 и по формуле (1) с учетом требований СанПиНа[2].

$$e_N = e_n m_N, \% \quad (1)$$

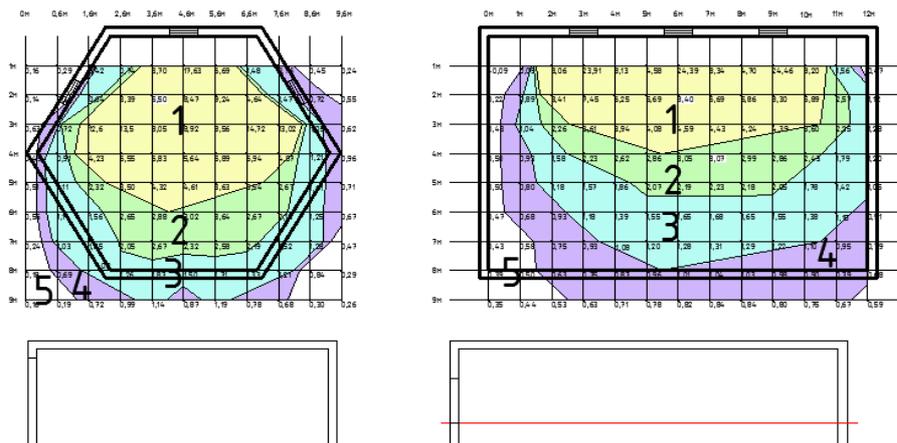
Результаты расчетов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Сводная таблица результатов

Нормируемый КЕО, по [1], %	Нормируемый КЕО, по [2], %	Расчетный КЕО в сотовой ячейке, %	Расчетный КЕО в прямоугольной ячейке, %
0,6	1,1	1	0,6

Анализ результатов был произведен, с помощью сопоставления общей площади помещения, которая принята за 100 %, и зон комфортности с различным значением КЕО. Полученные проценты представлены в табл. 2.



- 1 - зона комфортности со значением КЕО более 3 %;
- 2 - зона комфортности со значением КЕО 2-3 %;
- 3 - зона комфортности со значением КЕО 1-2 %;
- 4 - зона комфортности со значением КЕО 0,6-1 %;
- 5 - зона комфортности со значением КЕО менее 0,6 %.

Рис. Кривые распределения КЕО в сотовой и прямоугольной ячейках

Таблица 2

**Анализ полученных результатов**

Наименование ячейки	Зона, с освещенностью менее 0,6 %	Зона, с освещенностью 0,6-1 %	Зона, с освещенностью 1-2 %	Зона, с освещенностью 2-3 %	Зона, с освещенностью более 3 %
Сотовая ячейка	0,04	1,09	23,64	25,72	49,51
Прямоугольная ячейка	7,75	14,77	29,57	15,93	31,98

Экономическая составляющая данной работы предполагает получение экономии в рублях за счет сокращения затрат на искусственное освещение в офисах. Получаем экономию в размере 191,93 руб. на один кв.м. в год.

Отсюда можно сделать вывод, что ячейка сотового типа является более выгодной по сравнению с прямоугольной ячейкой, так как в таком планировочном решении не потребуется искусственное освещение в течение рабочего дня.

1. СНиП II-4-79. Строительные нормы и правила. Естественное и искусственное освещение: утв. ГОССТРОЙ СССР 27.06.1979 г. № 100. – Взамен СНиП II-А.8-72 и СНиП II-А.9-71; введ. 01.01.1980. – Москва : Стройиздат России, 1980. – 48 с.

2. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий: утв. Гл. гос. санитар.врачом РФ 06.04.2003. – Введ. 15.06.2003. – Санкт-Петербург : Деан, 2003. – 23 с.

## **МАГНИТНАЯ ОБРАБОТКА КОМПОНЕНТОВ ЦЕМЕНТНО-ЗОЛЬНЫХ СИСТЕМ**

***Д.Б. Жумабаева, В.В. Никифоров***

***В.Г.Никифорова**, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент  
Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова  
г. Павлодар*

Использование методов активации компонентов смеси магнитным полем в технологии приготовления бетонной смеси влияет как на процессы коагуляции, структуро- и гидратообразования, так и на возникновение конденсационно-кристаллизационной структуры цементного камня, которая образуется за

счет химического взаимодействия частиц с образованием жесткой объемной структуры.

Механизм влияния магнитного поля на воду нельзя считать выявленным в достаточной мере. Известные соображения и гипотезы различных авторов в основном базируются на поляризующем действии магнитного поля на ионы и молекулы воды. При этом за время контакта воды с магнитным полем, в любом водном растворе должны произойти какие-то изменения, обуславливающие замену твердых отложений на рыхлые [2].

Установлено [1], что при использовании омагниченной воды цемент гидратируется значительно в большей степени, чем при использовании обычной воды, что способствует получению более плотной структуры камня. В омагниченной воде скорость образования осадка суспензии цемента значительно выше, чем в обычной воде. При этом значительно возрастает количество кристаллов сульфоалюмината кальция, а размеры их уменьшаются. Кристаллы находятся не только на поверхности зерен, как обычно, но и в объеме воды. Исследование цементного камня показало, что в омагниченной воде структура камня гораздо более мелкозернистая.

Нами часть опытов была проведена на обычной воде, а часть на магнитной. Установлено, что магнитная обработка воды ускоряет процесс твердения и повышает прочность золобетона, но механизм структурообразования под действием магнитной воды еще изучен недостаточно, тем более в цементно-зольных системах.

Превышение прочности керамзитозолобетона на омагниченной воде, по сравнению с контрольным бетоном, изготовленным на обычной воде, составило около 10%, а это позволило снизить расход цемента до 6%, удобоукладываемость смесей повысилась на 5%. Экономия цемента для получения образцов в керамзитозолобетоне одинаковых свойств ориентировочно составляет около 10%.

Анализ результатов работы позволил заключить следующее: во всех составах наблюдается повышение морозостойкости керамзитозолобетона, затворенного омагниченной водой. Лучшие результаты получены при уменьшенном расходе воды. Магнитная обработка воды затворения золобетонных смесей приводит к положительным результатам по многим свойствам: увеличивает прочность, плотность, морозостойкость, снижает пористость, водопоглощение, повышает удобоукладываемость бетонной смеси.

Бетонные смеси с большей подвижностью легче укладывать в конструкции, т.е. они более технологичны. Возможно снижение трудоемкости при их укладке и уплотнении, а значит, резко сокращается время вибрирования и режимов тепловой обработки. Пластичный бетон легче транспортировать, перекачивать, укладывать. Смесь не расслаивается и сохраняет связность.

Общий экономический эффект от применения магнитной обработки воды, используемой для затворения бетона, пока еще не установлен. Ориентировочно можно считать, что применение магнитной обработки позволит сократить расход цемента до 10%.

1. Гульков А.Н., Заславский Ю.А., Ступаченко П.П. Применение магнитной обработки воды на предприятиях Дальнего Востока // Владивосток : Изд-во Дальневосточного университета, 1990.

2. Юдина, А. Ф. Бетонная смесь на воде затворения, предварительно обработанной электрическим полем / А. Ф. Юдина // Весь бетон: интернет-журнал. – 2008.

## **СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ КАК ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ДОМИНАНТА РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОЙ ЭКОНОМИКИ**

*Д.Т. Исабай, С.Т. Мусаханова, Ш. Такибай*

*Б.Ч. Кудрышова, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент  
В.Т. Станевич, научный руководитель, канд. техн. наук, профессор*

*Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова  
г. Павлодар, Казахстан*

Программа инновационно-индустриального развития Республики Казахстан предполагает выявление и использование резервов народного хозяйства, в первую очередь, вторичных сырьевых ресурсов.

Одним из наиболее перспективных по своим свойствам, объему, накопленному в отвалах, является бокситовый шлам глиноземного производства. По данным экологических служб Павлодарской области в шламохранилищах АО «Алюминий Казахстана» на сегодняшний день находится более 100 млн. тонн шлама, которые практически не используются. В то же время они являются ценным сырьем для производства широкой номенклатуры строительных материалов и изделий [1, 2].

По своим химическим и фазовым составам бокситовый шлам можно использовать в качестве вяжущего, так как он характеризуется как сырье с большим содержанием двухкальциевого силиката, гидроалюминатов и гидросиликатов различной основности, способных к гидратационному твердению. Результаты многочисленных исследований доказывают, возможность использования их в качестве низкомарочных вяжущих для бетонов, которые по своей цене будут в 2-3 раза дешевле стоимости цементных бетонов. Бокситовый шлам более эффективен в производстве автоклавных плотных и ячеистых бе-

тонов. В то же время автоклавный способ производства бетона значительно дороже традиционного.

Одним из путей утилизации бокситового шлама является использование его для получения эффективных строительных материалов по безобжиговой технологии. Данная технология состоит в углублении гидратации шлама в дисперсном состоянии, с целью получения гидратов с нестабильной структурой. Так гидравлические вяжущие вещества, представляющие собой гидраты с аморфной или нестабильной кристаллической структурой, обладают способностью конденсироваться в камневидное водостойкое тело. Эти вещества названы вяжущими контактно-конденсационного твердения, разновидностью его является гидратированный шлам. Наиболее эффективна эта технология при производстве мелкоштучных и фасонных строительных изделий, обладающих достаточно высокими показателями прочности 6-14 МПа, водонепроницаемости не менее 20, морозостойкости не менее 35 циклов попеременного замораживания и оттаивания. Бокситовый шлам также можно использовать в дорожном строительстве, в качестве устройств укрепленных оснований дорожных одежд.

Кроме того из промышленных шлаков можно получать шлакощелочные вяжущие – в качестве алюмосодержащего компонента (добавка) криолита ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ), обеспечивающего образование водостойких гидроалюмосиликатов (типа содалита и гидронефелина) с участием ионов  $\text{SO}_4^{2-}$  и  $\text{Cl}^-$ , которые связывают свободную щелочь в начальной стадии гидратации вяжущего, что приводит к снижению высолообразования и повышению водостойкости цементного камня. В качестве исходных шлаковых материалов были исследованы и использованы электротермофосфорный гранулированный шлак Шымкентского производственного объединения, доменный шлак Карагандинского металлургического комбината и другие отходы. Вяжущее получают совместным помолом в шаровой мельнице шлакового материала и криолита до тонины, соответствующей удельной поверхности 3-4  $\text{м}^2/\text{г}$  и последующего затворения щелочным раствором. В качестве щелочного компонента можно принять силикат натрия или калия, карбонат натрия, гидроксид натрия в количестве 8-9 % от массы шлака. В результате коэффициент водостойкости образцов составил от 0,86 до 1,38. Стоимость такого вяжущего значительно ниже стоимости традиционных вяжущих.

На Аксуском ферросплавном заводе в качестве отходов производства образуется конденсированный кремнезем, продукт имеет насыщенную плотность 180-250  $\text{кг}/\text{м}^3$ , удельную поверхность частиц 18000-25000  $\text{см}^2/\text{г}$ , а по минералогическому составу почти на 85 % представлен аморфным кремнеземом. При введении микрокремнезема в состав бетонной смеси можно получить высокопрочный и долговечный бетон. Многие годы в таких странах, как Норвегия и США используют порошковый кремнезем для получения особо высокопроч-

ных бетонов, работающих в особых условиях. Применение шлаковой пемзы в качестве крупного и мелкого заполнителя при изготовлении теплозвукоизоляционных материалов и конструкционного бетона уменьшает массу ограждающей конструкции на 10-15 %, расход цемента до 15 % и значительно улучшает теплоизоляционные свойства конструкций.

Таким образом, можно констатировать, что для относительно быстрого и успешного возрождения промышленности строительных материалов в нашей республике имеются экономические, технические и научные предпосылки.

1. Кудрышова Б.Ч., Станевич В.Т. Образование и пути возможного использования промышленных отходов Павлодарской области. Актуальные проблемы науки: сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф. 27 сентября 2011 г.: в 6 частях. Часть 1; М-во обр.и науки РФ. – Тамбов : Изд-во ТРОО «Бизнес-Наука-Общество», 2011. – С. 119-120.

2. Торпищев Ш.К., Кудрышова Б.Ч. и др. Вяжущее. бюл. № 12 Комитета по правам интеллектуальной собственности МЮ РК. Описание изобретения к патенту № 21929. - Астана, 2009. – С. 1-5.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО КОНСТРУКТИВНОГО РЕШЕНИЯ УНИВЕРСАЛЬНОЙ СПОРТИВНОЙ ПЛОЩАДКИ**

*Е.Д. Казакова*

*И.С. Казакова, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Развитие спорта и приобщение к нему молодого поколения для популяризации здорового образа жизни является одним из главных направлений молодежной политики в России. Строительство закрытых и открытых спортивных сооружений активно ведется во всех городах и поселках. Проведенное социологическое исследование среди молодежи 16-30 лет подтвердило выводы о большой востребованности спортивных площадок и показало, что больше всего среди молодежи популярны футбол, баскетбол и волейбол. Устройство отдельных площадок для каждого вида спорта потребует значительных площадей на придомовых территориях, на школьных участках, в парках и скверах, что невозможно из-за ограниченности площади этих территорий. Поэтому единственным возможным способом решения этой задачи является возведение универсальных спортивных площадок, ориентированных на занятия несколькими видами спорта.

Целью настоящих исследований является разработка эффективного конструктивного решения универсальной спортивной площадки. В работе представлено два варианта универсальных площадок размерами 20x40 м и 30x60 м. Универсальность этих площадок заключается в возможности использования их для занятий несколькими видами спорта. На одной площадке может быть совмещена возможность играть в мини-футбол, баскетбол, волейбол, или мини-футбол, стритбол, теннис. Для них в соответствии с СП 31-115-2006 «Открытые плоскостные физкультурно-спортивные сооружения» [1] составлены разметки полей, предложен перечень оборудования.

В работе рассматривались конструкция покрытия площадки, панели ограждения и стойки, закрепленные в фундаменте. Для покрытия применяется современное водонепроницаемое покрытие на полиуретановом связующем Мастерспорт. Покрытие нескользкое, износостойкое, обладает хорошей сцепляемостью со спортивной обувью и предохраняет спортсменов от травм. Срок службы покрытия для открытых площадок до 10 лет. Предполагается использование его круглый год: летом на площадке для командных игр, а зимой — на нем можно заливать каток или использовать как хоккейную площадку. Для ограждений наиболее эффективны панели «FENSYS 2Д» из прутков круглой стали диаметром 5 мм.

Анализ существующих способов закрепления стоек ограждений универсальных спортивных площадок показал, что экономичные, но менее надежные способы закрепления системы ограждений «FENSYS» и закрепление стойки с помощью буроналивной сваи Константа, которые предполагают устройство шурфа на глубину промерзания, закладку арматуры, закрепление стойки и заливку шурфа бетонной смесью, требуют большой заделки стойки в бетон фундамента. Использование более надежных способов закрепления стойки предполагает устройство винтовой сваи, однако этот способ в 1,5 раза дороже.

В работе предлагается два новых экономичных способа анкерования стойки в бетон фундамента. Сущность первого предлагаемого технического решения заключается в том, что к вертикальной стойке в нижней части ее длины в пределах шурфа привариваются два прокатных уголка в двух взаимно перпендикулярных направлениях (рис.). Второе решение заключается в роспуске стойки в нижней части по четырем углам и отгибе наружу четырех пластин под углом 90°. Предлагаемые технические решения позволят улучшить анкерование стойки в бетоне фундамента (шурфа) и повысят надежность закрепления стоек, особенно при большой высоте ограждений. На разработанные конструктивные узлы подана заявка на полезную модель.

Предложенные конструктивные решения позволят снизить стоимость универсальной спортивной площадки до 16% при увеличении надежности способа закрепления стоек.

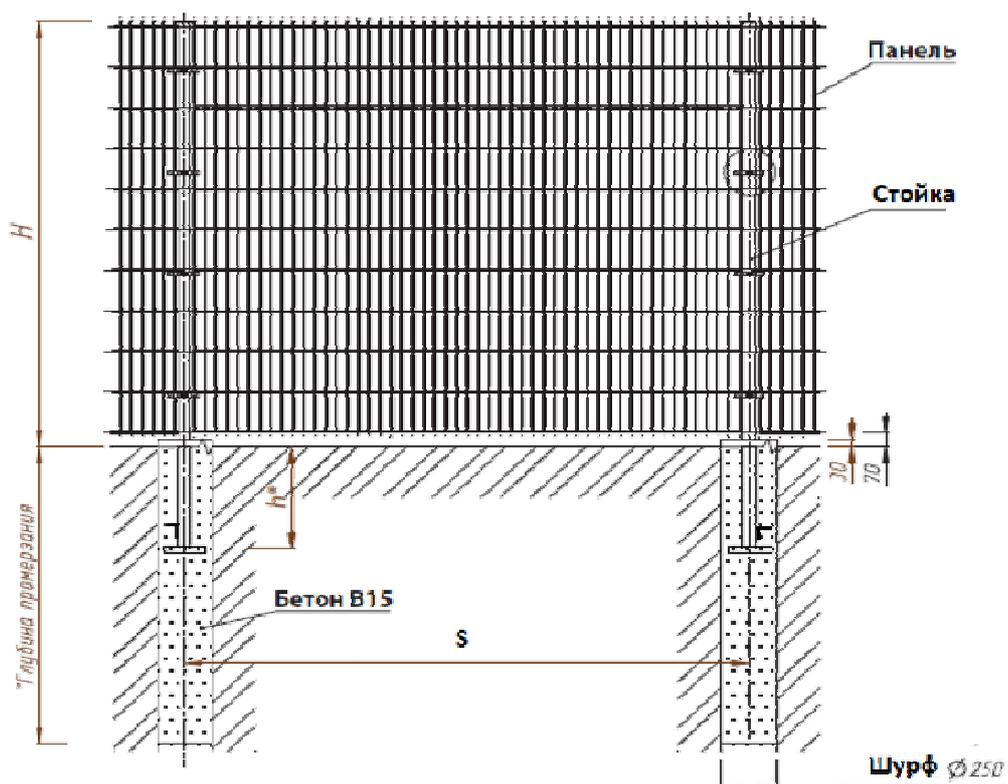


Рис. Закрепление стоек ограждения в фундаменте

1. СП 31-115-2006. Открытые плоскостные физкультурно-спортивные сооружения: утв. приказами директора ФГУП «Институт общественных зданий» 27 марта 2006 г. № 10 и ректора ФГОУ ВПО «Санкт-Петербургская государственная академия физической культуры им. П.Ф. Лесгафта» 17 февраля 2006 г. № 18.; введ. впервые. Зарегистрирован письмом Минрегиона России от 10.05.2006 г. N 3447-СК/07. -171 с.

## МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ДОБАВКИ СТЕКЛОВОЛОКНА НА ОГНЕСТОЙКОСТЬ ПЛИТЫ ПЕРЕКРЫТИЯ

**Н.Ф. Левашов, Ю.А. Ведяскин, Н.А. Ратов**  
**М.В. Акулова** научный руководитель, д-р техн. наук, профессор  
Ивановская пожарно-спасательная академия государственной  
противопожарной службы МЧС России  
Ивановский государственный политехнический университет  
г. Иваново

В настоящее время в России интенсивно развивается строительство зданий и сооружений из бетонных и железобетонных конструкций. Различные цементные композиты, элементы конструкций, здания в целом по-разному ве-

дуг себя в условиях воздействия пожара и высоких температур [1]. Однако практически отсутствуют какие-либо методики комплексного анализа поведения материалов при повышенных температурах в строительных конструкциях, а имеющиеся методики по определению огнестойкости носят зачастую односторонний характер, и не дают полной оценки пожарной опасности строительных конструкций и строительных материалов, из которых они выполнены. В пособии [2] представлены указания по расчету предела огнестойкости на примере железобетонных конструкций - ригель, колонна, плита перекрытия, также выполненных из тяжелого бетона и арматуры различного класса. В пособии [3] представлены справочные величины по определению пределов огнестойкости различных групп строительных конструкций, совместно с комплексом строительных элементов, включающих также и отделочные материалы. Однако ни в одном из перечисленных пособий не рассматривается расчет пределов огнестойкости железобетонных конструкций с учетом каких-либо защитных слоев.

Параллельно с этим разрабатываются новые виды материалов, способных эффективно защищать строительные конструкции от термического воздействия. Так на кафедре пожарной профилактики ФГБОУ ВО ИПСА МЧС России совместно с кафедрой строительного материаловедения, специальных технологий и технологических комплексов ФГБОУ ВПО ИГПУ разработаны составы растворов повышенной термостойкости, которые содержат добавки жидкого стекла стекловолокна. С участием данных составов были проведены исследования и расчеты, которые показали, что метод определения предела огнестойкости железобетонных конструкций можно использовать для характеристики влияния различных компонентов сырьевой смеси цементного композита на теплозащитные свойства защитного раствора и огнестойкость железобетонной многослойной плиты перекрытия.

Исследования проводились на составах теплостойких штукатурных растворов, приведенных в табл.1. Первоначально определялось их средняя плотность, которая является косвенной характеристикой теплопроводности и используется в расчетах огнестойкости.

Для определения огнестойкости строительной конструкции с использованием разработанных строительных растворов, определялась такая теплофизическая характеристика, как теплопроводность. Определение теплопроводности жаростойкого штукатурного раствора производилось согласно ГОСТ 7076-99.

Из приведенных данных видно, что наименьшую теплопроводность показал состав с содержанием волокон 3% от массы сухой смеси (табл. 1).

Таблица 1

**Изменение средней плотности, коэффициентов теплопроводности и температуропроводности в зависимости от состава раствора**

Наименование	Средняя плотность раствора, кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент теплопроводности, Вт/м <sup>0</sup> С	Средний коэффициент температуропроводности, 10 <sup>-7</sup> м <sup>2</sup> /с
тяжелый бетон	2284	1,0425	3,8
состав без волокон	1944	1,110	4,9
состав с 0,5 % волокон	1928	1,058	4,6
состав с 3 % волокон	1896	0,778	2,8

Результаты расчета пределов огнестойкости на примере железобетонной многопустотной плиты перекрытия по методике, описанной в пособии [2] приведены в табл. 2.

Таблица 2

**Фактический предел огнестойкости плиты перекрытия с защитным слоем из тяжелого бетона и различными слоями из штукатурного раствора**

Состав штукатурных растворов	Фактический предел огнестойкости, мин
1. Состав без волокон	REI 97
2. Состав с 0,5 % волокон	REI 101
3. Состав с 3 % волокон	REI 136
4. Тяжелый бетон	REI 126

Как видно из приведенных данных тяжелый бетон обладает более высокой огнестойкостью, чем обычный пескоцементный раствор при той же толщине. Добавление минерального волокна увеличивает огнезащитные свойства раствора. Например, добавление 3% волокон от массы сухих веществ увеличивает огнезащитные свойства в 1,4 раза. Причем огнестойкость конструкции по сравнению со слоем из тяжелого бетона при применении слоя раствора, содержащего 3% волокон увеличивается на 8%.

1. Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». – Москва : Ось-89, 2009. – 176 с.

2. Акулова М.В., Щепочкина Ю.А., Емелин В.Ю., Павлов Е.А. Расчет огнестойкости железобетонных строительных конструкций: учебно-методическое пособие для курсантов очной формы обучения и слушателей заочной формы обучения по специальности 280104.65 «Пожарная безопасность». – Иваново: ООНИ ИВИ ГПС МЧС России, 2011. -103 с.

3. Пособие по определению огнестойкости конструкций, пределов распространения огня по конструкциям и групп возгораемости материалов (к СНиП II-2-80)/ЦНИИСК им. Кучеренко. – Москва : Стройиздат, 1985. – 56 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ СТЕКЛОБОЯ И ПОЛИСТИРОЛА В КАЧЕСТВЕ СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ ФОРСИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОПРОГРЕВА САМОУПЛОТНЯЮЩИХСЯ МАСС

*А.Ю. Логунин, А.А. Егорова*

*В.Н. Соков, научный руководитель, д-р техн. наук, профессор  
Московский государственный строительный университет  
г. Москва*

В современном обществе постоянно растёт объем потребления и производства различных товаров, которое ведёт к неизбежному росту количества отходов, которые необходимо утилизировать. Одними из самых неэффективных методов утилизации ТБО являются их захоронение или сжигание, так как это приводит к ещё большим экологическим проблемам. В связи с чем, наиболее рациональным методом является вторичная переработка ТБО в качестве сырья для производства новых материалов, что способствует не только решению экологических проблем, связанных с загрязнением окружающей среды, но и способствует снижению себестоимости продукции и экономии полезных ископаемых, что очень актуально для современного общества в условиях XXI века, учитывая постоянный рост цен на сырьевые ресурсы и истощение природных запасов.

Ежегодно в России образуется 1,2 млн. тонн отходов стекла, при этом доля стеклобоя от общего количества ТБО составляет 4-7%. [1]. Стеклобой негативно воздействует на окружающую среду и практически не разлагается в естественных условиях. Кроме того, вступление в силу в июле 2012 года нового Технического регламента Таможенного союза «О безопасности упаковки», запрещающем повторённое использование стеклотары в качестве упаковки продукции детского питания и алкоголя, сильно увеличило количество выбрасываемого стеклобоя, т.к. ранее доля повторной стеклотары составляло до 40%.

Одним из традиционных методов использования стеклобоя является добавление в шихту при производстве стеклотары, что позволяет при утилизации 1 миллиона бутылок сохранить 300 т кварцевого стекольного песка и 100 т кальцинированной соды, а увеличение количества стеклобоя в шихте на каждые 10% приводит к экономии топлива и электроэнергии соответственно на 4,4 и 1,1%. Но переменный химического состава вторичного стеклобоя (цвета), приводит к неоднородности температуры плавления шихты, что является причиной увеличения брака и сильно ограничивает возможности его утилизации. Так, в шихту для получения зелёного стекла допустимо вводить до 25% коричневого стеклобоя, до 10% светлого и не более 1% стеклобоя других цветов [2].

Аналогичную проблему имеет способ утилизации стеклобоя при производстве блочного пеностекла. При этом необходимость энергоёмкого процесса повторной переплавки стеклобоя при производстве пеностекла приводит к увеличению себестоимости.

Перспективным решением считалось использование стеклобоя в качестве мелкого заполнителя или крупного заполнителя в бетоне на клинкерном вяжущем. Однако добавление стекла приводит к снижению прочности. Так при содержании 35% стекла в цементной матрице, без каких-либо добавок наблюдалось снижение прочности при сжатии на 25% после 18 месяцев хранения [3].

Большой интерес вызывает возможность использования стеклобоя в качестве компонента вяжущего и получения на его основе материалов различного назначения, что позволит получить бесклинкерное вяжущее, а это экономия дорогостоящего цемента. Имеются различные технологии получения таких бетонов путём длительной естественной выдержки, автоклавной или тепло-влажностной обработкой. Одним из перспективных способов производства бесцементных лёгких изделий на вяжущем из жидкого стекла и стеклобоя является метод форсированного электропрогрева самоуплотняющихся масс с использованием предвспененного полистирола, что позволяет ускорить процесс твердения и снизить энергоёмкость производства.

При температурах в диапазоне 50-70°C начинается интенсивный процесс коагуляции геля кремневой кислоты с последующем его твердением. Экспериментальные данные показывают, что при электропрогреве в течение 3-5 минут достигается температура 80-90°C при подаче переменного тока с напряжением 50-80В и уже после 6-10 минут образец плотности D700 получает начальную прочность в районе 1 - 1,5МПа.

Кроме того, использование предвспененных гранул полистирола при электропрогреве приводит к их расширению в смеси и созданию избыточного давления в форме, что приводит к уплотнению смеси и отжатию лишней жидкости, что при твердении улучшает прочностные характеристики. При этом появляется возможность использования совместно с гранулированным полистиролом и дроблёного полистирола, получаемого из технологических и бытовых отходов, что позволяет утилизировать ещё один важный компонент ТБО не прибегая к энергоёмким и сложным процессам его утилизации методами литья под давления или экструзии.

Учитывая вышеизложенное, было предложено использование форсированного электропрогрева самоуплотняющихся масс для производства стеклополистиролбетона – эффективного стенового конструкционно-теплоизоляционного материала на основе стеклобоя, жидкого стекла и полистирола, в том числе дроблённого. При этом достигается высокая производительность, энергоэффективность, а также эффективное использование распространённых твёрдых бытовых отходов.

1. Рынок переработки стекла // Glass Russia, март 2010.
2. Павлушкина, Т. К., Кисиленко Н. Г. Использование стекольного боя в производстве строительных материалов // Стекло и керамика. – 2011. – № 5. – С. 27-34.
3. Пузанов С.И., Кетов А.А, Кетов П.А. Использование стеклобоя как сырья для получения бетонов // Вестник ПГТУ: Химическая технология и биотехнология. – 2008. – № 8. – С. 113-120.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ОСНОВЕ КЛЕЕНОГО ШПОНА (БАЛКИ LVL)

**Ж.К. Макишев**

*А.Б. Сивенков, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Академия государственной противопожарной службы МЧС России

*Н.А. Халтуринский, научный руководитель, д-р. хим. наук, профессор*

Институт химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук  
г. Иваново

В мировой практике строительной индустрии древесина находит широкое применение в качестве конструкционного материала для зданий и сооружений различного функционального назначения. В настоящее время в России, в странах Европы и Азии интенсивно развивается строительство зданий и сооружений с применением деревянных клееных конструкций (ДКК).

В строительстве все активнее внедряются инновационные технологии производства индустриальных клееных деревянных конструкций, таких как, например, балки на основе клееного шпона (балки LVL). В России имеются пока два предприятия (г. Нягань (Ханты-Мансийский АО) и г. Торжок (Тверская область) по изготовлению многослойного клееного из однонаправленного шпона плитного материала типа LVL. Технологический процесс производства этого многослойного клееного материала из шпона с преимущественно продольным направлением волокон древесины имеет свои особенности [1, 2].

В настоящее время практически отсутствуют результаты исследований по оценке пожарной опасности и огнестойкости клееных деревянных конструкций типа LVL. Вследствие этого имеются ограниченные нормативные требования по пожаробезопасному применению ограждающих и несущих деревянных конструкций типа LVL, а также технические решения по обеспечению их пожаробезопасного применения в строительстве.

В данной работе были проведены огневые испытания на воспламеняемость с оценкой показателя критической поверхностной плотности теплового потока (КППТП) по ГОСТ 30402-96, показателей распространения пламени по поверхности материала (индекс распространения пламени (ИРП) по ГОСТ

12.1.044-89 п. 4.19, дымообразующей способности (коэффициент дымообразования –  $D_{\max}$ ) по ГОСТ 12.1.044-89 п. 4.18.

При определении параметров воспламеняемости, для каждого испытанного образца фиксировали время и место воспламенения; процесс разрушения образца под действием теплового излучения и пламени; плавление, вспучивание, расслаивание, растрескивание, набухание либо усадку экспонируемой поверхности.

По итогам проведенных огневых испытаний на воспламеняемость образцы бруса LVL следует отнести к материалам с группой воспламеняемости В3 (легковоспламеняемые) с КППТП равной  $13 \text{ кВт/м}^2$ , что является близким к воспламеняемости натуральной древесины хвойных пород, имеющей среднее значение КППТП –  $13,0 \text{ кВт/м}^2$  [3].

При оценке показателя индекса распространения пламени важным представлялось определение времени прохождения фронтом пламени каждого участка поверхности образца, температуры отходящих газов, временных показателей достижения максимальных значений температуры, скорости распространения пламени по поверхности образца.

По итогам проведенных огневых испытаний все исследуемые образцы LVL относятся к быстро распространяющим пламя по поверхности – индекс распространения пламени составил 114,2 по ГОСТ 12.1.044-89 п.2.15.2.

Результаты исследования дымообразующей способности клееных деревянных конструкций типа LVL свидетельствуют об их высоком дымообразовании при воздействии внешнего теплового потока различной интенсивности. Полученные зависимости имеют экстремальный характер, обусловленный переходом режима беспламенного горения в режим пламенного горения. Все испытанные материалы можно отнести к группе материалов с умеренной дымообразующей способностью с  $D_{\max} = 487,7 \text{ м}^2/\text{кг}$  (ГОСТ 12.1.044-89 п. 4.18).

Полученные результаты огневых испытаний являются не только основой для последующих исследований пожарной опасности и огнестойкости деревянных конструкций на основе клееного шпона, а также для составления каталога показателей пожарной опасности этих конструкций, но и позволяют в последующем разработать эффективные технические решения по обеспечению пожаробезопасного применения их в строительстве, в том числе с применением различных способов и видов огнезащиты.

1. Ковальчук Л.М. LVL и его применение // Деревообрабатывающая промышленность, Спецвыпуск, 2010. – С. 4-5.

2. Токарева Л.В. Технология производства LVL // Деревообрабатывающая промышленность, Спецвыпуск, 2010. – С. 6-10.

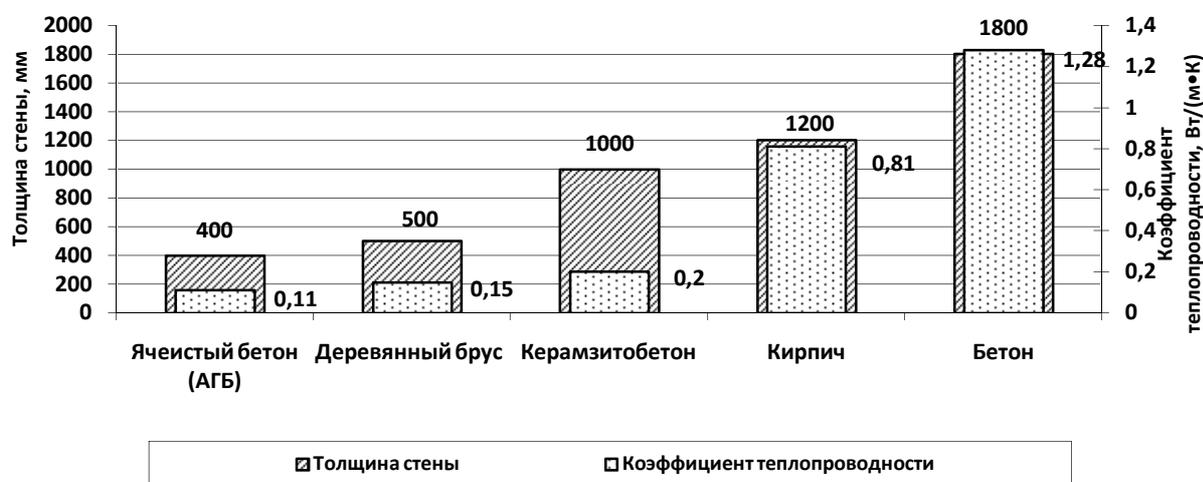
3. Асеева Р.М., Серков Б.Б., Сивенков А.Б. Горение древесины и ее пожароопасные свойства : монография. – Москва : Академия ГПС МЧС России, – 2010. – С. 262.

## УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ – ЗАЛОГ СТАБИЛЬНОСТИ КАЧЕСТВА ЯЧЕИСТОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

*Т.В. Максимова, И.В. Демешко*

*П.В. Корниенко*, научный руководитель, канд. техн. наук, профессор  
Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова  
г. Павлодар

Комфортные условия в жилых зданиях и эффективность конструкций ограждающих стен в значительной степени определяются свойствами применяемых материалов. В настоящее время одним из перспективных материалов является ячеистый бетон, особенно плотностью 350-600 кг/м<sup>3</sup>, обладающий сравнительно низкими показателями теплопроводности (рис.). Плотность, обеспечиваемая пористой структурой, достаточная прочность ячеистого бетона, размеры стеновых блоков позволяют сократить время строительства, облегчают доставку материалов на стройплощадку и выполнение работ при возведении стен, оказывают незначительную нагрузку на фундамент, тем самым сокращают основные затраты. Долговечность, экологичность, негорючесть и высокая пожаростойкость являются дополнительными преимуществами данного материала.



*Рис. Сравнительная характеристика стеновых материалов*

Получение ячеистого бетона и производство изделий на его основе требует повышенного внимания к управлению технологическим процессом на стадиях входного, операционного и приемосдаточного контроля [1].

Современные предприятия, такие как ГРАС, AeroStone, Poritep, Аерос, Bonolit, Drauber и другие, понимая важность процессов управления и контроля, достигают стабильности качества на основе целого ряда рецептов, учитываю-

щих характеристики исходных компонентов, за счет автоматизации производства и проведения контроля качества на каждой технологической операции.

Исследования отечественных и зарубежных ученых способствуют достижению оптимального качества изделий из ячеистого бетона с заданными свойствами с учетом характеристик исходных компонентов.

На основе теоретических исследований и нормативных документов по проектированию составов и производству изделий из ячеистых бетонов в лабораторных условиях были проведены опыты, связанные с установлением зависимостей между технологическими параметрами и свойствами получаемых материалов. Эксперименты проводились на составах с использованием в качестве кремнеземистого компонента алюмосиликатных микросфер (АСМС) Павлодарской области, получаемых из золошлаковых смесей, образующихся на тепловых электростанциях при совместном гидроудалении золы и шлака в процессе сжигания каменных углей в пылевидном состоянии.

При исследовании характеристик исходных материалов была выявлена высокая водопотребность АСМС, что потребовало внесения изменений в традиционную технологию ячеистых бетонов в целях обеспечения необходимых реологических свойств ячеистобетонной смеси. Состав смеси был определен в следующих пропорциях ПЦ400Д0 : АСМС : вода – 1 : 0,81 : 0,76; пенообразователь – 0,2 % от массы твердых.

Изготовление ячеистых бетонов осуществлялось по следующей технологической схеме: пенообразователь смешивали с частью воды затворения и взбивали в течение 5 минут; АСМС смешивали с цементом и оставшейся водой затворения, раствор перемешивали в течение 5 минут; пену выгружали в раствор и перемешивали в течение 3 минут; полученную бетонную смесь заливали в предварительно подготовленные формы; твердение осуществляли в естественных условиях  $(25 \pm 5) ^\circ\text{C}$ . Операционный контроль осуществлялся на каждой технологической операции, начиная с дозирования материалов. Последовательность, продолжительность и условия выполнения технологических операций, а также контроль свойств смеси (плотность, текучесть) позволили обеспечить стабильность процесса.

Приемка изделий из ячеистого бетона осуществлялась по следующим параметрам: средняя плотность в сухом состоянии, предел прочности на сжатие, отпускная влажность, показатели внешнего вида, теплопроводность и морозостойкость. Основные свойства изделий из ячеистого бетона должны соответствовать требованиям ГОСТ 21520-89 «Блоки из ячеистых бетонов стеновые мелкие. Технические условия» и ГОСТ 25485-89 «Бетоны ячеистые. Технические условия».

Для получения пенобетона с нормативными показателями по прочности состав смеси был модифицирован с помощью введения ускорителя твердения на основе гидросиликатов кальция X-SEED 100, в количестве 1,8 % от массы

цемента. В результате был получен пенобетон со следующими характеристиками: плотность –  $519 \text{ кг/м}^3$ , прочность –  $1,26 \text{ МПа}$ , теплопроводность –  $0,071 \text{ Вт/(м}\cdot^{\circ}\text{C)}$ .

Проведенные исследования свидетельствуют, что технологический контроль и управление способствуют получению изделий стабильно высокого качества.

1 Абрамов, Д.С., Лерман, В.Д. Производственный контроль качества железобетонных изделий. – Ленинград : Стройиздат, 1978. – 159 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СМЕСЕЙ ВТОРИЧНОГО АБС-ПЛАСТИКА СО СКЭПТ

*А.В. Мацевич*

*А.А. Аскадский, научный руководитель, д-р хим. наук, профессор  
Московский государственный строительный университет  
г. Москва*

Создание новых полимерных материалов идет, как правило, не путем синтеза новых полимеров, а путем создания смесей известных полимеров. Поэтому вопросы предсказания совместимости полимеров на основе их химического строения и фазового состояния и оценке модуля упругости смеси являются наиболее актуальными. Влияние дисперсных частиц на модуль упругости смесей будем описывать с учетом того, что эти частицы играют роль эффективных узлов полимерной сетки (junctions). Обобщенное уравнение для оценки модуля высокоэластичности полимеров выглядит таким образом [1, 2]:

$$E = \frac{3\rho_n RT \left(1 + \frac{\beta}{n}\right)}{M_c}, \quad (1)$$

где  $\rho_n$  – плотность полимера,  $R$  – универсальная газовая постоянная,  $T$  – абсолютная температура,  $n$  – среднее число повторяющихся звеньев линейной цепи, находящихся в межузловых фрагментах,

$$\beta = \frac{\left(\sum_i \Delta V_i\right)_y}{\left(\sum_i \Delta V_i\right)_{n.36}}, \quad (2)$$

$\left(\sum_i \Delta V_i\right)_y$  – ван-дер-ваальсов объем узла,  $\left(\sum_i \Delta V_i\right)_{n.36}$  – ван-дер-ваальсов

объем повторяющегося звена в линейных фрагментах сетки между шивками.

Уравнение (1) получено в результате анализа сжимаемостей линейных фрагментов полимерной сетки и узлов. Принимая во внимание, что  $n = M_c/M_0$ , где  $M_0$  – молекулярный вес повторяющегося звена, получаем

$$E = \frac{3\rho_n RT \left(1 + \frac{M_0}{M_c} \beta\right)}{M_c}. \quad (3)$$

Когда твердые дисперсные частицы играют роль эффективных узлов шивки, величина  $\beta$  определяется соотношением:

$$\beta = \frac{v_{dp}}{\left(\sum_i \Delta V_i\right)_{n.36}}, \quad (4)$$

где  $v_{dp}$  – объем дисперсной частицы. Если величина  $v_{кр}$  выражена в  $\text{Å}^3$ , тогда  $N_A = 0.6022$ . На основании (3) получаем

$$E = \frac{3\rho_a RT \left\{ 1 + \frac{\alpha_3 [V_{m,a} + \alpha_3 (V_{m,dp} - V_{m,a})]}{N_A (1 - \alpha_3) \left(\sum_i \Delta V_i\right)_{п.36}} \right\}}{\frac{M_a N_A (1 - \alpha_3) v_{dp}}{\alpha_3 [V_{m,a} + \alpha_3 (V_{m,dp} - V_{m,a})]}}}. \quad (5)$$

Формула (5) позволяет провести расчет модуля высокоэластичности в зависимости от концентрации дисперсных частиц, их объема, и всех параметров, таких как средний объем дисперсной частицы  $v_{dp}$ , плотность эластомерной матрицы  $\rho_a$  и ван-дер-ваальсов объема повторяющегося звена  $\left(\sum_i \Delta V_i\right)_{n3}$  линейных фрагментов, связывающих дисперсные частицы.

На рисунке показаны зависимость модуля упругости от объемной доли вторичного АБС-пластика.

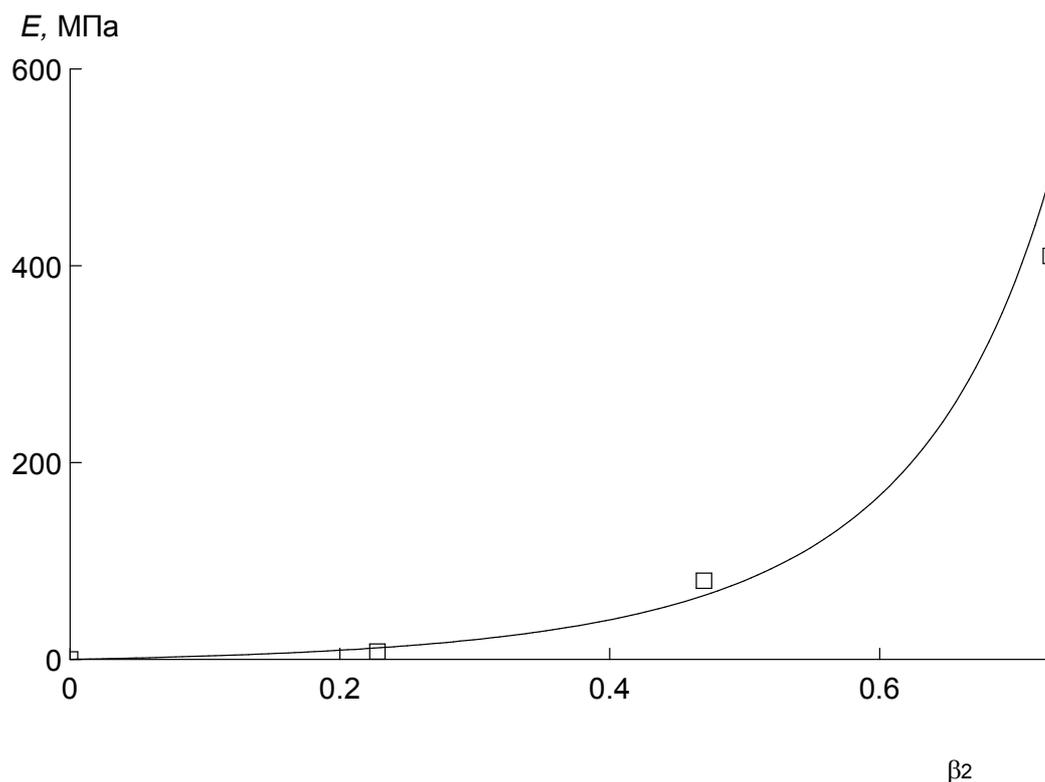


Рис. Зависимость модуля упругости  $E$  от объемной доли  $\beta_2$  вторичного АБС-пластика в смеси со СКЭПТ. Кривая получена при объеме эффективного «узла шивки»  $v_{dp} = 500 \text{ \AA}^3$ ; точки – экспериментальные

Полученные результаты свидетельствуют об удовлетворительном согласии экспериментальных данных с расчетными, и полученные соотношения могут использоваться для прогнозирования механических свойств полимерных смесей.

1. Askadskii A.A. Computational Materials Science of Polymers. Cambridge. Cambridge International Science Publishing. 2003.

2. Аскадский А.А., Хохлов А.Р. Введение в физико-химию полимеров. – Москва : Научный Мир, 2009.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКОВАТЫ В ЛСТК-ПАНЕЛЯХ

*Е.А. Мошкова, Т.В. Антончик, П.А. Егорова*  
*Т.В. Туева, научный руководитель, ст. преподаватель*  
Череповецкий государственный университет  
г. Череповец

В строительстве в качестве теплоизоляционного материала, в том числе в зданиях из ЛСТК-панелей, все чаще применяют эковату – продукт, состоящий на 81 % из переработанной газетной макулатуры, на 12% – из антисептика (борная кислота) и на 7 % – из антипирена (бура) [2].

Комплексная оценка теплозащиты эксплуатируемых зданий может быть выполнена путем натуральных измерений процессов теплопереноса в ограждающих конструкциях. Фрагменты ограждающих конструкций ЛСТК-панелей с разными теплоизоляционными материалами, кирпичной кладки и полистиролбетона (размер панели 450 x 450 x 150 мм) были вмонтированы в проем стены эксплуатируемого здания – лаборатории теплофизики кафедры строительства ЧГУ (Вологодская область).

ЛСТК-панели включают в себя: каркас из термопрофиля (оцинкованная сталь первого класса цинкового покрытия по ГОСТ 14918-80, толщиной 1,5–2,0 мм); с внутренней и внешней стороны панели обшивку из гипсоволокнистых листов и слои паро- и гидроизоляции [1]. В качестве теплоизоляции для первой ЛСТК-панели использовались минераловатные плиты. Для второй панели слой теплоизоляции состоял из насыпной эковаты плотностью  $65 \text{ кг/м}^3$ , которая производится по технологии и на оборудовании финского концерна «Макрон» на Череповецком заводе теплоизоляционных материалов.

Кирпичная кладка выполнена из кирпича керамического одинарного, марки М 100, произведенного в г. Сокол, соединение выполнено кладочным раствором М 50, средней плотности  $1800 \text{ кг/м}^3$ ; полистиролбетон средней плотности  $1800 \text{ кг/м}^3$ , с применением портландцемента марки М 300.

Испытания проводились в соответствии с ГОСТ 26254-84 «Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций» и ГОСТ 25380-82 «Метод измерения плотности тепловых потоков, проходящих через ограждающие конструкции». Исследование проводилось с 13.03.2015 по 28.03.2015 в условиях совместного нестационарного тепловлагодпереноса.

В период проведения исследования температура воздуха на удалении 25 см от ограждающей конструкции в помещении в среднем составила  $24,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ; температура наружного воздуха в среднем составляла  $5,32 \text{ }^{\circ}\text{C}$ . Влажность в помещении 34 %, на улице 51 %, средняя температура в помещении  $24,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .

По результатам исследования выполнены расчеты в соответствии с ГОСТ 26254-84 (табл.).

Таблица

### Результаты натурных испытаний фрагментов стены

Объекты исследования		Среднее значение разности температур по сторонам стены, °С	Колебания температуры на внутренней поверхности, °С	Среднее значение плотности теплового потока, Вт/м <sup>2</sup>	Термическое сопротивление теплопередаче панели, м <sup>2</sup> ·°С/Вт	
ЛСТК-панель с теплоизоляцией из эковаты	Основная зона	18,75	6,5	2,324	8,07	5,59
	Зона расположения термопрофиля	18,86	7,2	5,579	3,38	
ЛСТК-панель с теплоизоляцией из минераловатных плит	Основная зона	18,00	6,7	2,408	7,48	5,29
	Зона расположения термопрофиля	18,36	7,6	5,464	3,36	
Кирпичная кладка		20,37	6,5	4,036	5,05	
Полистиролбетон		17,37	6,8	3,364	5,16	

Фрагменты ограждающих конструкций имеют высокое значение сопротивления теплопередаче, превышающее величину минимального нормируемого значения определенного по СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий», т.е. являются энергетически эффективными. ЛСТК-панель, в которой теплоизоляционный слой выполнен из насыпной эковаты, имеет большее сопротивление теплопередаче, т.е. теплопередача через эту конструкцию меньше.

Наименьшие колебания температуры наблюдаются на внутренней поверхности кирпичной кладки и ЛСТК-панели, теплоизоляционный слой которой выполнен из насыпной эковаты, т.е. эти фрагменты, в общем, менее чувствительны к колебаниям температуры на улице в течение суток.

Таким образом, по теплотехническим характеристикам применение в качестве теплоизоляционного материала эковаты, по сравнению с минеральной ватой, эффективнее. Низкая стоимость эковаты делает ее привлекательной с экономической точки зрения.

Следует отметить, что на данные полученные в ходе натурных испытаний могут оказывать влияние: эксплуатационный режим помещения, фактическая воздухопроницаемость стен, инсоляция и другие факторы, что ведет к погрешности измерений.

1. Материалы для проектирования и рабочие чертежи узлов «Наружные стены с каркасом из термопрофилей СТАЛДОМ с наружной обшивкой из це-

ментно- минеральных плит АКВАПАНЕЛЬ наружная для малоэтажных зданий различного назначения». – Москва, 2008. – С. 58.

2. Череповецкий завод теплоизоляционных материалов [Электронный ресурс] URL: <http://www.chztm.chp.ru/ecovata.htm> (дата обращения 29.10.2014).

## ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД УГЛЕДОБЫЧИ

*С.Т. Мусаханова, О.В. Вышарь*

*В.Т. Станевич, научный руководитель, канд. техн. наук, профессор*  
Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова  
г. Павлодар, Казахстан

Отходы угледобычи Экибастузского угольного бассейна, представленные аргиллитами, алевролитами и переслаиванием, являются ценным органоминеральным материалом и могут быть использованы в качестве основного сырья для производства строительных материалов.

Вскрышные породы обладают определенными физико-механическими свойствами, которые зависят от степени их метаморфизации. В естественном виде не размокают в воде, что требует их механического измельчения с целью разрушения цементационных связей глинистых составляющих.

Макроскопическое описание вскрышных пород показывает, что вскрышные породы в основном твердые и плотные, от светло-серого до темно-серого цвета за счет неравномерного обогащения органическим веществом. Описание приведено в таблице.

Таблица

**Макроскопическое описание вскрышных пород**

Литологический тип сырья	Краткое описание сырья	Текстура	Структура	Проба при взаимодействии с 10% раствором соляной кислоты
Алевролит	Твердое, плотное, от светлого до светло-серого цвета	Микрослоистая, обусловленная различным соотношением песчаного и алевроитового материалов	Фиогмалевритовая с элементами псаммитовой	Вскипает незначительно
Аргиллит	Твердое, плотное, от светло-серого до темно-серого цвета	Направленная, обусловленная различным соотношением песчаного и алевроитового материалов	фитогмоалевропелитовая	Вскипает незначительно
Переслаивание	Твёрдое, плотное, цвет серый	Слоистость параллельная, обусловленная неравномерным содержанием глинистого и алевроитового материала	фитогмопелиталевропелитовая	Вскипает незначительно

В породах присутствуют карбонаты в тонкодисперсном состоянии, при действии на них 10-процентным раствором соляной кислоты происходит незначительное вскипание.

Петрографические исследования образцов вскрышных пород показали, что они сложены в основном глинистым и алевроитовым материалом, количество которого составляет 55-90%. Из минеральных примесей присутствует кварц, полевые шпаты, слюда, пирит. Содержание их находится в пределах 1-5%. Основную массу органического вещества, которое пропитывает глинистую часть породы, составляют углефицированные остатки растительных тканей. Содержание органического вещества уменьшается от аргиллита к переслаиванию и алевролиту (рис.).

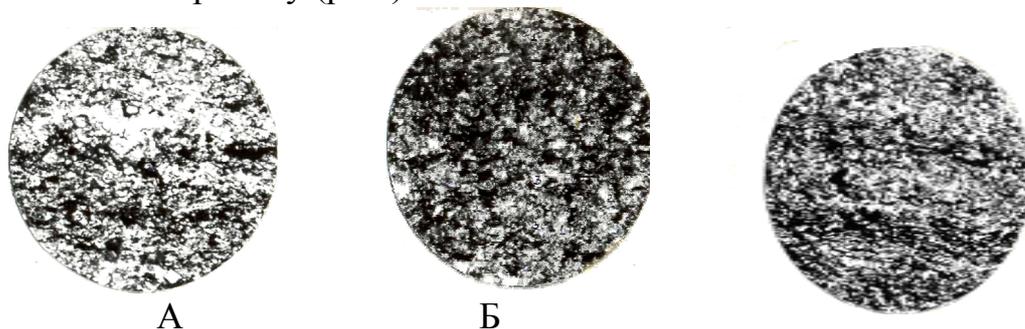


Рис. Структура образцов алевролита (А), аргиллита (Б), переслаивания (В).  
Анилиф, свет отражённый

По химическому составу вскрышные породы относятся к группе полукислого с низким и средним содержанием красящих окислов сырья.

По минералогическому составу отходы угледобычи относятся к каолини-то-гидрослюдистому сырью с примесью кварца, полевого шпата, смешанно-слоистых минералов и органических веществ.

В течение ряда лет проводятся исследования, в результате которых доказана возможность, целесообразность и эффективность производства керамического кирпича, дренажных труб, керамической черепицы, и плитки из вскрышных пород Экибастузского угольного месторождения.

Таким образом, использование вскрышных пород угледобычи Экибастузского бассейна позволит расширить номенклатуру выпускаемых в области строительных материалов, которые в настоящее время импортируются, снизить их стоимость, восполнить недостаток кондиционного глинистого сырья и улучшить экологическую обстановку в регионе.

1. Вакалова, Т.В. Глины. Структура, свойства и методы исследования: учебное пособие / Т.В. Вакалова. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 249 с.

2. Клер В.Р. Изучение сопутствующих полезных ископаемых при разведке угольных месторождений. – Москва :Недра, 1979. – 272 с.

## ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОЛЕКУЛЯРНОЙ МАССЫ МЕТАКРИЛОВЫХ СОПОЛИМЕРОВ МЕТОДОМ ГЕЛЬ – ХРОМОТОГРАФИИ

*А.Н. Нурлыбаева, Е.И. Рустем*

*М.С. Сахы, научный руководитель, д-р техн. наук, профессор  
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати  
г. Тараз, Республика Казахстан*

Эта работа посвящен анализу метода получения органорастворимых метакриловых сополимеров, раскрыты особенности протекания реакции радикальной полимеризации. Представлен обзор видов метакриловых сополимеров, выпускаемых в промышленности, который показывает, что в настоящее время выпускаются в основном термопластичные метакриловые сополимеры, обеспечивающие только [1] физическое отверждение покрытий. Поэтому разработка метакриловых сополимеров, способных к структурированию при отверждении, является перспективным направлением.

Нами было определено соотношение мономеров ММА и БМА для получения метакрилового сополимера. Для синтеза метакриловых сополимеров использовали радикальный способ. В качестве инициатора использовали перекись бензоила, реакцию проводили в среде азота при температуре 80°C.

Для оценки изменений в процессе сополимеризации нами была изучена кинетика образования сополимеров. Через определенные времена синтеза отбирали пробы, выделяли сополимеры и оценивали молекулярную массу и степень полидисперсности методом гель – проникающей хроматографии (рис. 1, 2) на приборе Agilent 1200 с рефрактометрическим детектором (колонка GPC/SEC (стирогель), длина 300 мм, внутренний диаметр 7,5мм, скорость элюента – 1 мл/с, калибровка по стандартам полистирола известной молекулярной массы.

Таблица

**Молекулярно-массовые характеристики сополимеров**

Состав сополимера, %		M <sub>n</sub>	M <sub>w</sub>	M <sub>z</sub>	ПД
ММА	БМА				
90	10	2,70	5,37	8,90	1,99
70	30	2,84	5,49	8,84	1,93
50	50	3,35	4,67	6,24	1,39
30	70	2,54	4,72	7,63	1,86
10	90	2,35	4,99	8,51	2,12

Для полученных сополимеров ММА : БМА различных составов методом гелипроникающей хроматографии исследованы молекулярно – массовые характеристики (табл., рис. 1, 2). Видно, что все сополимеры обладают достаточно высокой молекулярной массой (порядка 10<sup>5</sup>), значение которой мало за-

висит от состава исходной мономерной смеси и соответственно для таких сополимеров. Кроме того, большинство для таких сополимеров ММА:БМА характеризуются низким значением коэффициента полидисперсности ПД, что свидетельствует о достаточно узком молекулярно массовом распределении полученных сополимеров.

Получение метакриловых сополимеров с большой молекулярной массой свидетельствует о протекании процесса в псевдоживом режиме. Полученные сополимеры образуют физические покрытия с более высокими физико-механическими свойствами.

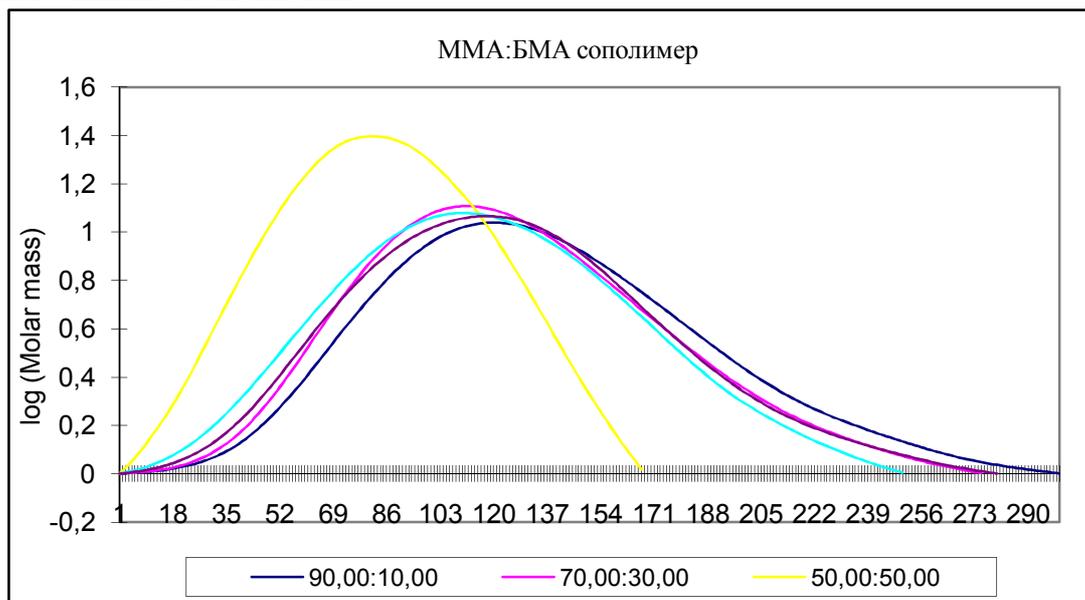


Рис. 1. Молекулярно-массовое распределение сополимеров, полученных сополимеризацией при различных содержаниях

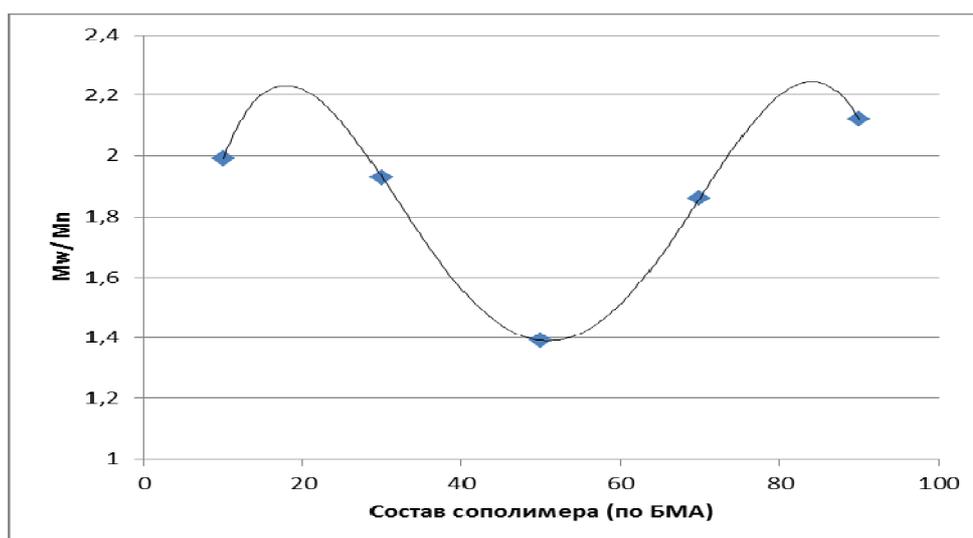


Рис. 2. Изменение степени полидисперсности

Однако стоимость такого сополимера велика, так как метакрилат не выпускается отечественной промышленностью, при снижении количества бути-

лакрилата в сополимере снижается его морозостойкость. Кроме того, недостаточный сухой остаток [2] приводит к значительной степени усадки и технологическим трудностям, связанным с достижением тиксотропности.

Методом гелепроникающей хроматографии определено, что сополимеры имеют высокую молекулярную массу от 100 до 130 тысяч и достаточно узкое молекулярно – массовое распределение.

1. Детерман Г. Гель-хроматография. Гель-фильтрация. Гельпроникающая хроматография. Молекулярные сита: Пер. с нем., 1970. – С. 102-171.

2. Melville H.W., Noble B., Watson W.F. Copolymerization. II. Molecular weight distribution and mean molecular weights in copolymerization systems // J. Polym. Sci. – 1949. – V. 4. – № 5. – P. 629-637.

## ПОЛУСУХОЕ ПРЕССОВАНИЕ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА НА ОСНОВЕ РАЗЛИЧНЫХ СЫРЬЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Н.К. Сексенбаев*

*Б.Ч. Кудрышова, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова  
г. Павлодар

Процесс изготовления прессованного кирпича-сырца является одним из наиболее ответственных технологических переделов в производстве керамических стеновых изделий методом полусухого прессования. В настоящей статье изложено последовательное решение проблемы прессования и приведены результаты исследований зависимостей давления прессования от фракционного состава зернистой части шихты, качественного, количественного состава и влажности шихты (табл.).

Таблица

### Исследуемые составы шихт керамических образцов полусухого прессования

Составы шихты	Калкаманская глина	Отходы угледобычи (вскрышные породы)		Корректирующие добавки	
		Аргиллит	Алевролит	Сырцовый бой	Бой кирпича
1	100				
2	50	25	25		
3		25	25	50	
4		25	25		50
5	10	40	40	10	

В качестве связующего компонента были применены высокопластичные глины Мойского месторождения, глины Калкаманского, Красноармейского, месторождений. Также в качестве добавок (зернистая часть) применен бой кирпича, бой кирпича сырца и крупная фракция камневидной вскрыши размерами гранул 0,63-1,25 мм. За основу были приняты отходы угледобычи Экиба-стузского каменно-угольного месторождения аргиллит-алевролитового литологического типа [1].

Исследование зависимости давления прессования от влажности пресс-порошка.

Для каждого вида керамического сырья существует определенный интервал влажности пресс-порошка и давления прессования, при которых можно получить бездефектный сырец с плотной структурой, имеющий повышенные значения механических свойств.

Процесс уплотнения порошка под давлением показан на рис. 1. На первой стадии (участок 1) давление разрушает основную часть арок и мостиков и частицы порошка, перемещаясь, заполняют близлежащие пустоты. В конце первой стадии все пустоты практически заполнены и порошок максимально плотно упакован. Для дальнейшего уплотнения необходима деформация частиц или разрушения, или комбинация обоих видов деформации.

Пока давление прессования не превысило сопротивление частиц деформации, уплотнения не происходит (участок 2). Когда давление прессования становится достаточным для начала деформации частиц, наступает третья стадия и уплотнение идет за счет деформации частиц (участок 3) [2].

Цель процесса прессования из порошковых масс (глинистых вскрышных пород угледобычи) – это получение кирпича с необходимой прочностью и плотностью.



- 1 – процесс уплотнения традиционных пресс-порошков,  
 2 – процесс уплотнения пресс-порошков предлагаемых составов  
 I, II, III – стадии уплотнения

Рис. 1. Стадии уплотнения пресс-порошков при прессовании

Структуру составляют сцепившиеся и заклинившиеся между собой крупные частицы пресс-порошка, которые не имеют эффективного заполнения своего межзернового пространства. Связь между частицами происходит в основном углами и ребрами (рис. 2а, 2б) и частично гранями (рис. 2в). Соединение зерен углами и зернами может достичь 80 и более процентов.

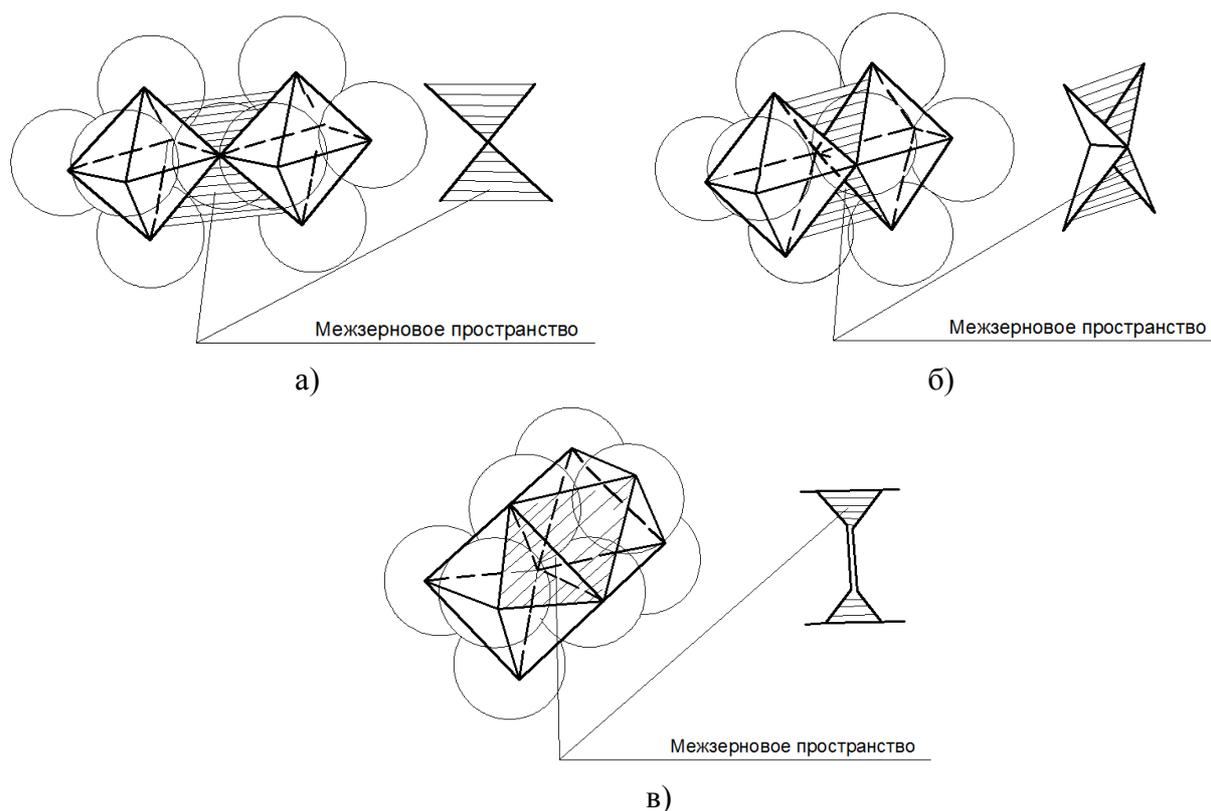


Рис. 2. Характер связей между частицами согласно третьего правила Полинга

1. Сайбулатов С.Ж., Нурбатуров К.А. Исследования в области строительных материалов // Строительные материалы из местного сырья: сб.тр. / НИИ-стройпроект. – Алматы, 1996. – С. 29-34.

2. Уманский А.Н. Прессование порошковых материалов. – Москва : Металлургия, 1981.

## ВЛИЯНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И УСЛОВИЙ ФОРМОВАНИЯ ГЛИН В ТЕХНОЛОГИИ КЕРАМЗИТОВ

*Н.Е. Торонков*

*В.А. Кутугин, научный руководитель, канд. техн. наук, ст. преподаватель  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
г. Томск*

Одним из наиболее эффективных заполнителей для сборного бетона и железобетона является керамзит, получаемый вспучиванием глинистых пород во вращающихся печах. Производство качественного керамзита из наиболее распространенных глинистых пород часто осложняется несоответствием физико-химической природы вспучивания сырья технологии его обжига.

Процесс получения керамзита складывается из стадий приготовления исходной формовочной смеси, формования сырых гранул, их сушки и вспучивания при обжиге. Необходимо отметить, что наиболее изученной из этих стадий является стадия поризации гранул, для которой установлен механизм и физико-химические основы процесса. Значительно меньше уделено внимания в технической литературе процессу пластического формования гранул и сушке сырцовых гранул [1].

**Цель работы** – исследование влияния физико-химических характеристик на поризационную способность глинистого сырья при производстве керамзита.

Для исследования была взята красножгущаяся глина Воронинского месторождения, химический состав которой представлен в табл. 1.

Таблица 1

### Химический состав глины Воронинского месторождения

Содержание оксидов, % масс							
SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	Δm <sub>прк</sub>
62,65	14,76	4,76	3,48	2,92	1,36	0,75	9,32

Выбор глины данного месторождения обуславливается ее наибольшей пригодностью исходя из проведенных ранее исследований [4]. Для более полного представления о свойствах глины определены максимальная гигроскопическая влажность  $W_{\text{мг}} = 8,20$  %, максимальная молекулярная влажность  $W_{\text{ммв}} = 11,33$  %, удельная поверхность –  $S_{\text{уд}} = 2500$  мг/см<sup>2</sup> (прибор ПСХ–2).

В ранних трудах [3] было замечено, что для получения удовлетворительных результатов по вспучиванию рекомендуется глинистое сырье с содержанием Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в пределах 6–12 %, поэтому для корректировки химического состава глины использовалась добавка – железистый шлам водоподготовки Томского водозабора. Данный шлам представляет собой суспензию оксигидратов железа.

Таблица 2

### Химический анализ железосодержащего осадка

% содержание					
SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + FeO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	n.n.n.
2,43	44,05	н/о	2,8	4,90	10.02

Нами был изучен химический и минералогический состав осадка станции обезжелезивания Томского водозабора. В табл. 2 приведены результаты анализа химического состава осадка водоподготовки станции обезжелезивания Томского водозабора по методике [2].

Исследования показали, что введение железосодержащего осадка в сырьевую смесь в исследованных пределах содержания при получении керамзитово-

го гравия приводит к росту пористости образцов, снижению плотности, что является весьма актуальным в производстве искусственных пористых заполнителей. Наиболее плотная структура отвечает образцам, содержащим наименьшее количество отходов - 5%. В таких образцах пористость развивается на границах глинистых частиц, где, по всей вероятности, концентрация оксидов железа, вводимых осадками сточных вод, наибольшая. При введении отходов в количестве от 10 до 15% характер пористости меняется. Поры более равномерно распределены по объему материала, появляются крупные пустоты размером до 1 - 2 мм. Однако при этом осадки сточных вод при их содержании более 10% уменьшают интервал вспучивания сырьевой смеси, что может отрицательно сказаться на проведении процесса обжига в заводских условиях.

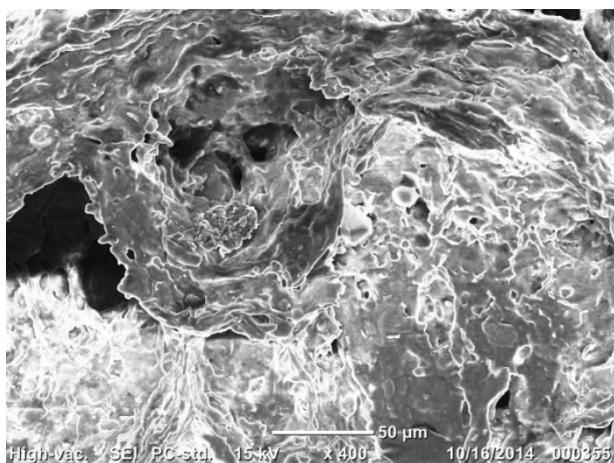


Рис. 1. Микроструктура с введением ЖСО 5%

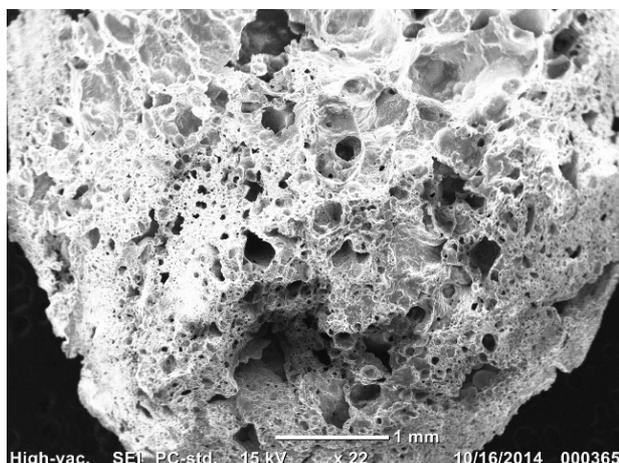


Рис. 2. Микроструктура с введением ЖСО 13%

Таким образом, на основе исследуемого суглинка можно получать керамзитовый гравий с насыпной плотностью 300-350 кг/м<sup>3</sup> при коэффициенте вспучивания 4,86, который определяется из соотношения значений  $K_T$  вспученных и сухих гранул.

1. Онацкий С.П. Производство керамзита. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Стройиздат, 1987. – 333 с.
2. Химический анализ и технология силикатов: методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу: «Основы технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» - Томск : Изд-во ТПУ, 1994. – 28 с.
3. Торпок Н.Е. Зависимость физико-химических свойств глинистого сырья в технологии керамзитов // Международный научно-исследовательский журнал. ISSN 2303-9868. Екатеринбург, 2014.

## СОЗДАНИЕ ЭЛАСТИЧНЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ

*Р.Т. Хасанишина*

*Н.Р. Галяветдинов, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Казанский национальный исследовательский технологический университет  
г. Казань

С ростом экономической конкуренции и экологического давления на предприятия растет потребность в разработке более эффективных и недорогих наполнителей и связующих для производства композиционных материалов. Универсальность и возможность использования вторичных источников обуславливает низкую стоимость получаемых композитов [1, 2]. В результате, по истечении десятилетий возрождается интерес к разработке целлюлозных волокон для производства усиленных композитов. Одним из таких покрытий являются композиционные материалы на основе древесной муки и эластичного материала, получаемого вулканизацией каучука (резина), из которых изготавливают упругие покрытия [3].

Резиновые покрытия – это самый современный вид травмобезопасных напольных и наземных покрытий, использующихся на сегодняшний день в различных областях, имеющих много различных достоинств, среди которых основным является его высокая пластичность и износостойкость. Наибольшее распространение они получили там, где важен не только внешний вид покрытия, но и его стабильность и прочность. Это идеальное решение для покрытия полов, подверженных высоким механическим, точечным и ударным нагрузкам.

Также немаловажно отметить то, что резина хорошо способствует антискользящему эффекту, благодаря чему отлично подойдет для укрытия зон бассейнов, где очень важно, чтобы поверхность вокруг водоема была достаточно сухой и стойкой.

С целью получения образцов резиновых покрытий, а также изучения их основных физико-механических свойств на кафедре архитектуры и дизайна изделий из древесины КНИТУ были приготовлены различные составы смесей отходов деревообработки: древесной муки, а также древесных опилок различных размеров в смеси с сырой древесиной. Введение в состав резины древесного наполнителя мотивировалось следующими причинами: во-первых использование отходов лесного и деревообрабатывающего комплекса; во-вторых возможная принципиальная замена минеральных и металлических наполнителей без снижения физико-механических характеристик; в-третьих, стремление удешевления покрытия за счет экономии резины [3].

В ходе экспериментов в качестве основы для эластичного покрытия была выбрана сырая резина, которая является относительно недорогим материалом с хорошими эксплуатационными свойствами.

В результате были получены показания эластичности по отскоку исследуемых образцов, которые представлены в таблице.

Таблица

**Результаты замеров эластичности  
по отскоку композиционных материалов**

Наполнитель	Объем добавки, %	Значение эластичности по отскоку, %
Древесная мука	10	39
	20	34
	30	30
	40	24
	50	15
Древесные опилки мелкой фракции	10	41
	20	35
	30	31
	40	26
	50	22
Древесные опилки крупной фракции	10	42
	20	35
	30	33
	40	26
	50	20

По полученным данным можно отметить, что максимальное возможное наполнение древесной мукой составляет до 40-45% от ее содержания. Включение в состав композита более большого количества древесной муки приводит к значительному росту твердости получаемого материала, и как следствие, ухудшению связи в композите «резина-древесина» и к последующему его разрыхлению. Также было выявлено, что максимальное количество древесных опилок в составе композита варьируется в пределах 45%-50% в зависимости от размеров частиц. Увеличение содержания древесного наполнителя приводило к потере когезионной прочности и эластичности, что влечет за собой ухудшение свойств получаемого композита.

1. Клесов А.А. Древесно-полимерные композиты. – Санкт-Петербург : Научные основы и технологии, 2010. – 736 с.

2. Хасаншин, Р.Р. Обзор современных исследований по снижению токсичности древесно-клееных материалов / Р.Р. Хасаншин // Вестник КГТУ. – 2014. – Т. 17. – № 6. – С. 51-53.

3. Галяветдинов, Н.Р. Усовершенствование технологии изготовления древесно-наполненных композиционных материалов / Н.Р. Галяветдинов // Деревообрабатывающая промышленность. – 2012. – №1. – С. 25-27.

## СЕДИМЕНТАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЦЕМЕНТНО-ЗОЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

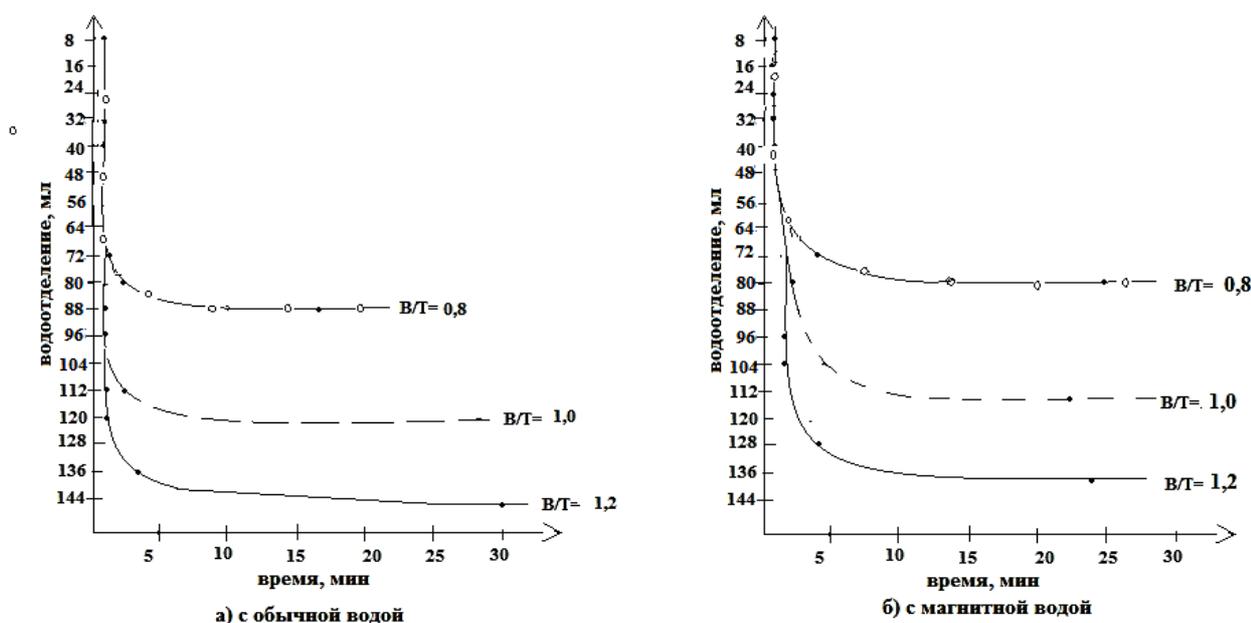
*А.К. Шаи, А.А. Айдарханова*

*В.Г.Никифорова, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент  
Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова  
г. Павлодар, Казахстан*

В связи с общей направленностью на более полное использование промышленных отходов, проблема утилизации золы ТЭС является весьма актуальной. Зола является ценным материалом, что обусловлено ее богатым химическим составом и рядом свойств, определяющих повышенный интерес к ней, как к сырью. В условиях прогрессирующего дефицита природных ресурсов золошлаковые отходы имеют хорошую перспективу для широкого применения в рамках реализации политики ресурсосбережения.

Для изучения процесса структурообразования цементно-зольных систем использовали седиментационный метод. Были исследованы составы на основе цемента при В/Ц = 0,8; 1,0 и 1,2. Результаты опытов представлены в виде графиков на рисунке.

При этом часть опытов была проведена на обычной воде, а часть на магнитной. Магнитную обработку воды при изготовлении бетонов стали применять в промышленности с целью улучшения свойств смесей, которые оказывают непосредственное влияние на качество бетона. Установлено [1], что магнитная обработка воды ускоряет процесс твердения и повышает прочность бетона, но механизм структурообразования под действием магнитной воды еще изучен недостаточно, тем более в цементно-зольных системах.



*Рис. Механизм осаждения цементно-зольных систем*

Условно процесс осаждения можно разделить на три периода: период постоянного осаждения; переходный период; период уплотнения осадка.

Нами установлено, что на продолжительность осаждения вид воды существенного влияния не оказал, но изменилась кинетика осаждения. Например, продолжительность второго периода увеличилась примерно в два раза при использовании магнитной воды. Таким образом, когда протекает процесс чистого осаждения, а частицы твердого вещества не связаны еще между собой, то вода не проявляет заметного влияния на этот процесс.

В то же время, когда возникают первые связи между осаждающимися частицами, т.е. происходит их “слипание” в агрегатные структуры и начинается процесс гидратации цемента, качество протекающих процессов резко меняется. Причем, количество воды в системе при сравнении графиков влияния на кинетику седиментации не оказало. Установлено, что при использовании магнитной воды объем отделившейся воды меньше, т.е. ее большее количество удерживается осадком.

Анализируя полученные результаты, можно отметить, что при использовании магнитной воды снижается плотность образующего осадка в суспензии примерно на 10 %, по сравнению с суспензиями, приготовленными на обычной воде, т.е. осадок становится более рыхлым. По нашим представлениям это может быть связано с образованием большого количества агрегированных структур – флокул. Агрегирование может быть вызвано химией протекающих процессов, когда заряженные частицы воды начинают реагировать с тонкодисперсными частицами цемента и золы совсем по другому механизму в отличие от обычной воды. Существуют и другие причины, конкретика которых будет исследоваться в дальнейших работах.

При исследовании составов легких бетонов, приготовленных на обычной и магнитной воде, было установлено повышение подвижности бетонных смесей, затворенных магнитной водой, а прочность бетона повысилась на 15-18 % [1, 2].

Таким образом, проделанная работа позволяет нам сделать вывод, что магнитная обработка воды затворения цементно-зольных смесей изменяет процесс структурообразования и дает информацию для дальнейших исследований.

1. Пухаренко Ю.В., Аубакирова И.У., Староверов В.Д. Эффективность активации воды затворения углеродными наночастицами // Инженерно-строительный журнал. – № 1. – 2009.

2. Юдина, А. Ф. Бетонная смесь на воде затворения, предварительно обработанной электрическим полем / А. Ф. Юдина // Весь бетон: интернет-журнал. – 2008.

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ВОЛНЫ С ТОНКИМИ МНОГОСЛОЙНЫМИ МЕТАЛЛ-ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ПЛЕНКАМИ

*Н.М. Щелкунов*

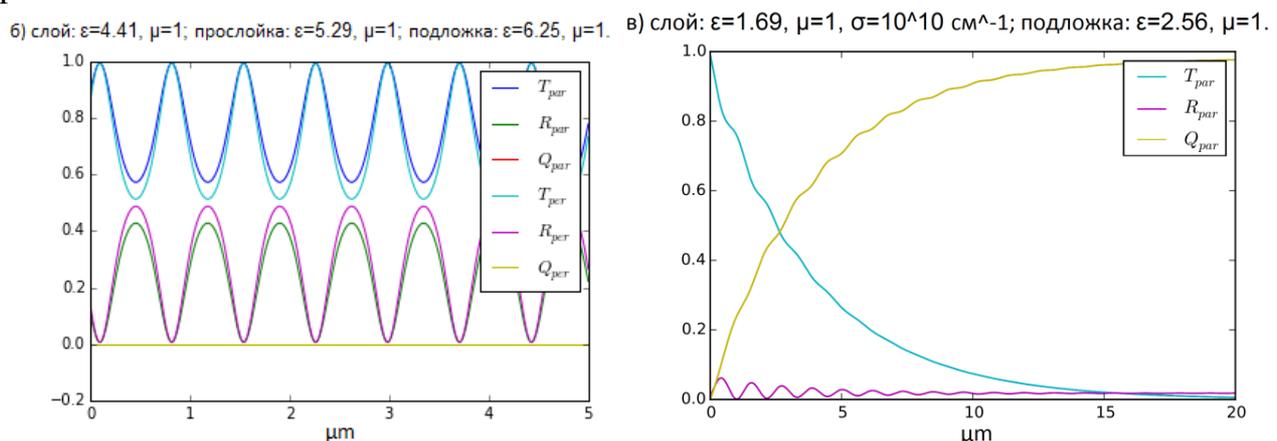
*П.А. Макаров, научный руководитель, канд. физ.-мат. наук,  
ст. преподаватель*

Сыктывкарский государственный университет  
г. Сыктывкар

Электродинамика тонких пленок является в настоящее время интересной темой научных исследований. Это связано с тем, что различные металл-диэлектрические слои находят применение во многих областях науки и техники. Изучение наноразмерных пленок необходимо для создания различных устройств СВЧ-радиотехники, светопроводящих материалов, устройств защиты от прослушки, интегральной микросхемотехники, фотоники [3].

В данной работе на основе граничных условий импедансного типа [2] прямым методом [1] были получены коэффициенты отражения и прохождения электромагнитной волны для структур с разным количеством слоев, при угловом падении. Ниже приведены графики коэффициентов прохождения, отражения и поглощения параллельной и перпендикулярной составляющих вектора напряженности электрического поля для ряда случаев.

Для контроля за толщиной напыляемых пленок используются данные о прошедшем через систему излучении. Некоторые типичные кривые для металл-диэлектрических пленок и излучения частотой 10 ГГц приведены на рис. 1.



*Рис. 1. Зависимость от толщины диэлектрической пленки напыляемой на комбинацию подложки (1мкм) и прослойки (1мкм) при падении излучения под углом  $\pi/10$  и от толщины металл-диэлектрической пленки, напыляемой на подложку (1мкм) при нормальном падении*

Для моделирования структур с заданными оптическими свойствами удобно использовать частотные зависимости, вид которых для комбинаций не-

скольких двухслойных ячеек (чередования двух контрастных слоев) представлен на рис 2.

а) 2 ячейки структуры  $l_1=0.75 \mu\text{m}$ ,  $\varepsilon_1=6.25$ ,  $l_2=1.25 \mu\text{m}$ ,  $\varepsilon_2=2.25$ . г) 3 ячейки структуры  $l_1=0.75 \mu\text{m}$ ,  $\varepsilon_1=6.25$ ,  $l_2=1.25 \mu\text{m}$ ,  $\varepsilon_2=2.25$ .

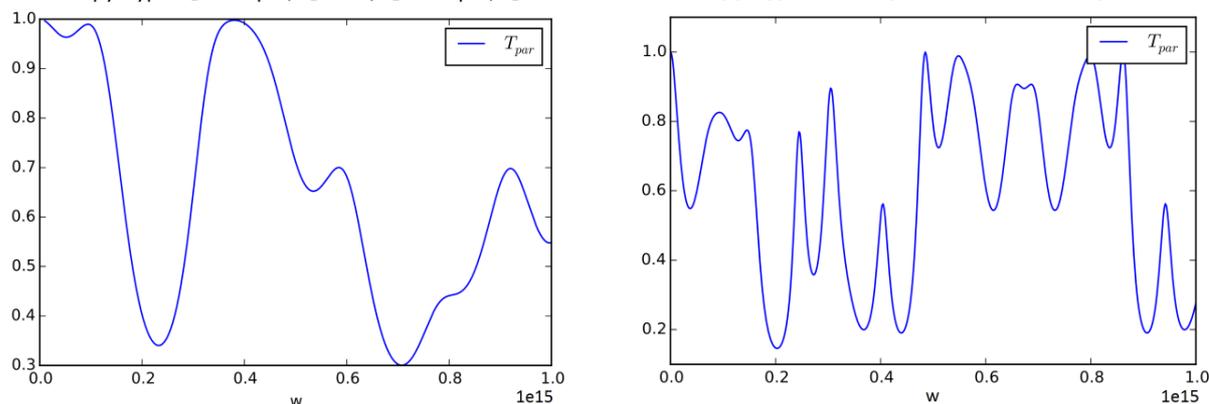


Рис. 2. Зависимости для слоев с чередующимися показателями при нормальном падении

Видно, что с увеличением числа двухслойных ячеек и их контраста растет глубина провала коэффициента отражения в определенном диапазоне частот, это может быть полезным для создания ряда устройств.

Таким образом, в данной работе:

1. Изучено поведение плоской электромагнитной волны при наклонном падении на многослойные металл-диэлектрические структуры.
2. Найдены коэффициенты прохождения и отражения для многослойных структур.
3. Изучены, в частности, комбинации слоев с чередующимися показателями.

1. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. – Москва : Наука, 1973.

2. Каплан А.Е., РЭ, 10, 1781, (1964)

3. Яблонович Р.А., Phys. Rev. Lett., 58, 2059, (1987)

4. Бреховских Л.М. Волны в слоистых средах. – Москва : Наука. – 1973.

## АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБСЛЕДОВАНИЯ ЗДАНИЯ ПОЖАРНОГО ДЕПО

**Я.Н. Якуничева**

*И.С. Казакова, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В работе представлены результаты обследования здания пожарной части на 4 машиновыезда с учебно-тренировочным комплексом в с. Молочное Вологодской области. Целью работы является установление причин постоянных протечек кровли из гибкой черепицы «Shinglas» .

При обследовании кровли здания установлено, что кровля выполнена по основанию из стеновых сэндвич-панелей толщиной 200 мм с металлическими обкладками. Для механического крепления кровли к основанию используются самонарезающиеся винты. В отдельных местах наблюдается выпирание над кровлей самонарезающих винтов, прикрепляющих сэндвич-панели к прогонам, приводящее к прорыву кровли. Имеются участки с герметизацией поверхности кровли мастикой.

При осмотре внутри здания наблюдаются протечки через продольные и поперечные швы панелей кровли во всех помещениях, в местах перепадов высот кровли, в местах прохода воздухопроводов, через одиночные отверстия в панелях. Установлено, что зазор между панелями кровли в замках достигает до 8 мм вместо 3,97 мм по стандарту завода-изготовителя. Ширина продольных стыков панелей (замков панелей) одинакова по длине панели, что свидетельствует об отсутствии прогибов, возможных вызвать разрывы кровельного ковра и протечки кровли. Прогиб панелей и прогонов не превышает нормативный.

При исследовании причин протечек кровли необходимо было выявить влияние основания из стеновых сэндвич-панелей под гибкую черепицу «Shinglas» на герметичность кровли и выбор самого материала кровли. В СО 002-02495342-2005[1], действовавшем в период проектирования и строительства здания, указано что основанием под кровлю из гибкой черепицы должен быть сплошной настил из:

- шпунтованных (половых) или обрезных досок хвойных пород не ниже 2-го сорта (ГОСТ 8486) с влажностью не более 20%;
- фанеры влагостойкой (ГОСТ 8673) с влажностью не более 12%;
- ориентировано-стружечных плит (ОСП-3) с влажностью не более 12%.

В процессе исследования установлено, что при использовании под гибкую черепицу основания из сэндвич-панелей с металлическими обкладками происходит изменение свойств битумных кровельных материалов при повышении температуры в летний период (в отдельные дни до +39°C) и при снижении температуры в зимний (в отдельные дни до -35°C) вследствие ускоренного естественного старения. Этот процесс связан с тем, что металл имеет гораздо более высокую теплопроводность, чем рекомендованное деревянное основание. В летний период битумный кровельный материал на металлическом основании находится на перегретой основе, вследствие чего скорость улетучивания легких битумных фракций из связующего существенно увеличивается (основной фактор старения), что приводит к быстрому повышению жесткости материала и снижению прочностных характеристик.

В процессе исследований выявлено, что в гибкой черепице и подкладочном ковре появились разрывы вследствие большого удлинения основания из оцинкованной стали по сравнению с основанием из древесины, что привело к

протечкам кровли. Относительное удлинение гибкой черепицы и подкладочного ковра составляет 2%. Относительное удлинение стали 20-24%, а древесины 2-3%. Коэффициент температурного удлинения стали  $13 \cdot 10^{-3} \text{ 1/}^\circ\text{C}$ , что в 3,7 раз превышает коэффициент температурного удлинения древесины  $3,5 \cdot 10^{-3} \text{ 1/}^\circ\text{C}$ , рекомендуемой для основания кровли из гибкой черепицы. Удлинение основания кровли с обкладкой из оцинкованной стали при перепаде температур в  $90^\circ\text{C}$  на длине 6 м (9 м; 12 м; 19 м) составляет 7 мм (10,5 мм; 14 мм; 22,2 мм), что значительно больше, чем для основания из древесины при перепаде температур в  $80^\circ\text{C}$  для тех же длин будет составлять 1,7 мм (2,5 мм; 3,4 мм; 5,3 мм).

При больших деформациях основания необходимо использовать для кровли эластичные кровельные материалы с относительным удлинением не менее 40%. В практике строительства имеется успешный опыт устройства мягких кровель по стеновым сэндвич-панелям из Изопласта. Такие кровли выполняет ООО «Стройпанель» с 2004 года.

Единственным основанием для кровли из гибкой черепицы является основание из древесины и ее производных материалов (фанеры влагостойкой OSB-3 (ГОСТ 8673), ориентировано-стружечных плит (ОСП-3)), имеющих относительное удлинение близкое к относительному удлинению самого кровельного материала.

В покрытии здания приняты прогоны из прокатного швеллера [24 по ГОСТ8240-93 с шагом 3м. Применение такого шага не обеспечивает несущую способность стеновых сэндвич-панелей из условия прочности утеплителя на сжатие. Установлено, что проектный шаг прогонов 3 м влияет на увеличение нагрузок на утеплитель сэндвич-панелей в местах опирания на прогоны и может привести к деформации панелей (осадке слоя утеплителя) в местах опирания на прогон, приподниманию головок саморезов и, как следствие, прорыву кровельного покрывала.

На основании проведенных исследований и осмотра здания, были сделаны выводы, что причины протечек кровли связаны с неправильным конструктивным решением покрытия здания и неправильным выбором материала кровли. Разработаны рекомендации по ремонту кровли.

1. Стандарт организации 002-02495342-2005. Кровли зданий и сооружений. Проектирование и строительство. – Москва, 2005.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКВИВАЛЕНТНОЙ ПЛОЩАДИ ЗВУКОПОГЛОЩЕНИЯ ЗРИТЕЛЬСКИХ МЕСТ В ЗАЛЕ ОБЛАСТНОЙ БИБЛИОТЕКИ В Г. ВОЛОГДЕ

*Э.Э. Амиров*

*Л. Э. Шашкова, научный руководитель, ст. преподаватель  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Основными акустическими характеристиками залов являются обеспечение оптимального времени реверберации и качество передачи речи (разборчивость речи). При исследовании акустических характеристик конференц-зала областной библиотеки в г. Вологде было установлено, что разборчивость речи и время реверберации не соответствуют требуемым значениям. Для корректировки данных характеристик с целью обеспечения нормативных требований необходимо определить эквивалентную площадь звукопоглощения мягких стульев для зрителей и зрителей, сидящих на этих стульях, так как в справочной литературе эти данные отсутствуют.

В соответствии с требованиями ГОСТа [1] следует определить время реверберации в реверберационных камерах на шести частотах: 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 Гц и по результатам измерения вычисляют эквивалентную площадь звукопоглощения. Сигнал возбуждения должен быть достаточно длинным, чтобы обеспечить стабильный уровень звукового давления во всех частотных полосах до того, как сигнал будет выключен.

В ходе выполнения работы было установлено, что эти требования выполняются в зале, и следовательно, можно определить эквивалентную площадь звукопоглощения стульев и зрителей на стульях в конференц-зале, а не в реверберационных камерах.

Время реверберации определялось помощью стартового пистолета и шумомера фирмы «Брюль и Кьер» два раза:

- при 70-процентной заполняемости зала, т.е. 101 человек сидят на стуле и 43 стула остаются пустыми;
- в пустом зале все 144 стула пусты без зрителей.

Находим эквивалентную площадь звукопоглощения для каждого случая и разницу между этими значениями. Определяем эквивалентную площадь звукопоглощения для стула и зрителя на стуле, при этом ориентируемся, что эквивалентная площадь звукопоглощения зрителем на стуле должна примерно

соответствовать звукопоглощению зрителя на мягком или полужестком кресле (табл.).

Таблица

**Определение эквивалентной площади звукопоглощения слушателя на стуле и отдельного стула**

Показатели	Частота, Гц					
	125	250	500	1000	2000	4000
Время реверберации при 70% заполняемости зала (101 чел.), с	2,65	3,00	2,16	1,94	1,71	1,37
Время реверберации зала без зрителей, с	3,36	3,61	2,80	2,32	2,20	1,73
Общее звукопоглощение при 70-процентной заполняемости зала (101 чел.), м <sup>2</sup>	67,49	59,61	82,80	92,19	104,59	130,54
Общее звукопоглощение зала без зрителей, м <sup>2</sup>	53,23	49,54	63,87	77,09	81,29	103,38
Разность звукопоглощения при 70-процентной заполняемости и зала без зрителей	14,26	10,07	18,93	15,10	23,29	27,16
<b>Звукопоглощение слушателя на стуле, м<sup>2</sup></b>	<b>0,25</b>	<b>0,30</b>	<b>0,35</b>	<b>0,40</b>	<b>0,40</b>	<b>0,40</b>
<b>Звукопоглощение отдельного стула, м<sup>2</sup></b>	<b>0,11</b>	<b>0,20</b>	<b>0,21</b>	<b>0,30</b>	<b>0,22</b>	<b>0,13</b>

Полученные значения эквивалентной площади звукопоглощения зрителя на стуле и пустого стула в дальнейшем используется при расчете времени реверберации с учетом предложенных мероприятий по улучшению (уменьшению) значений до требуемых нормативных значений.

1. ГОСТ Р 53376-2009 «Материалы звукопоглощающие. Метод измерения звукопоглощения в реверберационной камере». – Москва : Стандартинформ, 2010. – 30 с.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВРЕМЕНИ РЕВЕРБЕРАЦИИ ЗРИТЕЛЬНОГО ЗАЛА ОБЛАСТНОЙ БИБЛИОТЕКИ В Г. ВОЛОГДЕ

*Н.С. Вантрусова*

*А.А. Кочкин, научный руководитель, д-р техн. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

На современном этапе развития архитектурной акустики основными акустическими характеристиками залов являются время реверберации, структура звуковых отражений и диффузность звукового поля. В представленной работе приведены данные об экспериментальном исследовании одной из этих характеристик, а именно времени реверберации.

Время реверберации - время, в течение которого уровень звукового давления в помещении уменьшается на 60 дБ после прекращения действия источника звука. Ценное свойство времени реверберации – практическая возможность проведения успешного расчёта при акустическом проектировании и сравнительная простота измерения.

Для проведения исследований был выбран конференц-зал по ул. М. Ульяновой, 7 БУК ВО «Областная универсальная научная библиотека» вместимостью 144 места.

Согласно ГОСТу [1] время реверберации измеряется путём записи с помощью логарифмического самописца процесса спада уровня звукового давления в зале. Время реверберации определяется из участка этой записи, соответствующего спаду уровня шума на 35 дБ после выключения источника звука с последующей аппроксимацией спада до 60 дБ, причём первые 5 дБ не учитываются. Общий ход записи спада уровня звукового давления в указанном интервале должен аппроксимироваться прямой линией.

Современные технологии позволяют измерять время реверберации не прибегая к помощи бумажных самописцев. Замеры выполнялись с помощью шумомера фирмы «Брюль и Кьер» и стартового пистолета в соответствии с методикой, представленной в ГОСТ [1].

Непосредственно перед началом измерений времени реверберации в зале определялась температура и влажность воздуха, степень заполнения зала слушателями, а также основные параметры зала, все данные заносились в протокол измерений.

Источник звука(стартовый пистолет), применяемый при измерении, устанавливался в тех же местах, где размещались основные источники звука. Измерения проводились в 6-ти расчётных точках, расположенных по всей площади конференц-зала, время реверберации измерялось при 70-процентной

заполняемости зала и без зрителей для диапазона частот 125..4000 Гц. При этом микрофон шумомера располагался на расстоянии не менее 1 м от ограждающих конструкций, а также на высоте не менее 1 м от верха кресел при отсутствии слушателей и не менее 2,3 м над уровнем пола зала при наличии слушателей.

Результаты замеров:

Заполняемость:	70%	0%
T(125)эксп =	2,65 с	3,36 с
T(250) эксп =	3,00 с	3,61 с
T(500) эксп =	2,16 с	2,80 с
T(1000) эксп =	1,94 с	2,32 с
T(2000) эксп =	1,71 с	2,20 с
T(4000) эксп =	1,37 с	1,73 с

Полученные значения времени реверберации конференц-зала с существующей отделкой при 70-процентной заполнении зала и без зрителей значительно больше рекомендуемых значений ( $T=0,97..1,05$  с), согласно СП [2].

Для приведения параметра времени реверберации к рекомендуемым значениям необходимо увеличить звукопоглощение в зале, что возможно сделать путем изменения отделки поверхностей.

1. ГОСТ 24146-89. Зрительные залы. Метод измерения времени реверберации. – Москва : Стройиздат, 1989.

2. СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 Минрегион России. – Москва : ОАО "ЦПП", 2010.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ПРОСТЕНКА ЗДАНИЯ

*Н.В. Горева*

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

Законом Российской Федерации №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», вступившим в силу с 1 июля 2010 г., сформулированы требования «по механической безопасности, которые должны быть обоснованы расчетами...». Одним из показателей безопасности является остаточный ресурс. Требуется методика определения  $t_{ост}$ .

По ГОСТ 27.002-89, ОДМ 218.4.001-2008 и другим документам под остаточным временным ресурсом понимается суммарная наработка сооружения от момента последнего контроля его технического состояния до перехода в предельное, предаварийное состояние. Вопрос об остаточном ресурсе зданий является актуальным, так как позволяет обеспечить безопасность, продлить срок эксплуатации конструкций, снизить экономическую составляющую.

Собрать полную информацию о отдельном элементе для расчетов его надежности вероятностным методом, как правило невозможно поэтому для расчетов надежности используются другие методы, по которым результат расчетов представляется в интервальном виде, например  $[P_{min}, P_{max}]$ .

В настоящей статье рассматривается методика для расчета остаточного временного ресурса (в дальнейшем остаточного ресурса) безопасной эксплуатации отдельного «опасного» несущего элемента - простенка здания или сооружения по значениям его надежности, определяемой по критерию несущей способности.

Существуют различные методики оценки остаточного временного ресурса конструкций [1]. Мельчаков А.П. для прогнозирования остаточного ресурса предлагает использовать тенденцию изменения уровня риска аварии конструкции с течением времени. Однако методы оценки и расчетов уровня риска аварии конструкций еще не получили достаточного для практики развития и представляют в ряде случаев чрезвычайно сложную проблему.

Уткиным В.С. в учебном пособии «Надежность машин и оборудования» был предложен метод определения остаточного ресурса несущих элементов с использованием теории возможностей Д. Дюбуа.

Для этого была использована аналитическая зависимость надежности конструкции по тому или иному критерию работоспособности от времени эксплуатации в виде функции  $N(t) = 1 - \pi_T(t)$ , где  $N(t)$  – необходимость безотказной работы, в терминах теории возможностей Д. Дюбуа. Надежность конструкции характеризуется числовым интервалом вида  $[N, R]$ , где  $R=1$ .

К недостаткам этого метода можно отнести чрезмерную осторожность при выборе значения надежности конструкции, а именно наименьшую равную  $N$  из расчетного интервала надежности  $[N, R]$ .

В [2] Белым Г.И. остаточный ресурс определяется графически для двух групп предельных состояний по значениям «коэффициентов использования» смотри  $K_{исп1} = \sigma_{max} / \gamma_c R_y$  и  $K_{исп2} = f_{max} / [f]$ , где  $\sigma_{max}$  и  $f_{max}$  – детерминированные величины, получаемые расчетом,  $R_y$  – расчетное сопротивление стали,  $[f]$  – нормативное значение прогиба элемента (балки). Недостатком данного способа является то, что оценку остаточного ресурса по данному способу можно сделать только приближенно по результатам ряда обследований (достаточно длительного обследования с перерывами в 2-5 лет) с помощью графиче-

ской экстраполяции; в  $K_{исп1}$  не учитывается изменение  $R_y$  с течением времени эксплуатации, влияние внешней среды (например температуры, газа и т.д), а также возможного изменения модуля упругости  $E$ , так как  $\sigma_{max} = \varepsilon_{max} \cdot E$ ; на практике при начале эксплуатации как правило не измеряют  $\sigma_{max}$ , да и  $f_{max}$ . Определение остаточного ресурса  $T$ , через прогиб  $f$  вызывает сомнения, так как, по нашим исследованиям,  $f$  подчиняется криволинейному закону, а не линейному.

Нами предлагается еще одна методика расчета временного остаточного ресурса простенка зданий и сооружений при наличии ограниченной информации. Сущность этой методики заключается в следующем. Вероятность безотказной работы  $P$  простенка здания находится внутри интервала  $[N, R]$ . Обозначим этот интервал через вероятности  $[P_{min}, P_{max}]$ , т.е. имеем  $P_{min} \leq P \leq P_{max}$ , где  $P$  можно рассматривать как случайную величину с известными точными границами  $P_{min}$  и  $P_{max}$ . Примем, что среднее значение вероятности  $P_{cp} = 0,5(P_{min} + P_{max})$ . Такая случайная величина  $P$  хорошо описывается усеченным интервальным распределением. Риск  $r$  принятия решения о значении надежности элемента в момент времени  $t_i$  в виде  $P_i = (P_{min} + \Delta_P)$  или при  $P_{min} = N, P_i = N + \Delta_N$  находят по формуле  $r = \frac{P_{max} - P_{cp}}{P_{max} - P_i} - 0.5$ . Использование новой методики расчетов надежности несущих элементов конструкции с учетом риска  $r$  принятия решения о надежности элемента из расчетного интервала надежности  $[N, R]$  можно реализовать имеющийся резерв надежности, хотя и с некоторым риском  $r$  по обеспечению безопасности, что влечет экономическую составляющую в обсуждаемой проблеме.

1. Байбурин, А.Х. Некоторые аспекты оценки остаточного ресурса строительных конструкций /А.Х. Байбурин, Д.А. Байбурин // Наука и безопасность - №1(09). – 09.2011. – С. 14-22.

2. Белый, Г.И. Причины снижения надежности и приближенная оценка ресурса стальных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений // Электронный научный журнал. JSSN 1817-6321, Издание РАЕ, 2012, №2.

## РАСЧЕТ НАДЕЖНОСТИ ОСНОВАНИЙ ПЛИТНЫХ ФУНДАМЕНТОВ

*А.А. Каберова*

*В.С. Уткин, научный руководитель, д-р техн. наук, профессор*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Основания фундаментов зданий и сооружений являются несущими элементами, и от их надежности прежде всего зависит безопасность эксплуатации здания или сооружения. По ГОСТ Р 54257-2010 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения» надежность строительного объекта - это способность выполнять требуемые функции в течение расчетного срока эксплуатации.

В настоящее время в качестве хранилищ нефтепродуктов применяют вертикальные надземные резервуары из листового металла, у которых в качестве фундаментной конструкции используются сплошные фундаменты.

В 2011 году вступил в силу СП 22.13330.2011 «Основание зданий и сооружений» (далее СП), которым предписывается рассчитывать основания фундаментов по деформациям и по несущей способности. Целью расчета оснований по деформациям является выявление значений абсолютных или относительных перемещений, при которых считается обеспечена безопасная эксплуатация. Требованиям количественной оценки безопасности в СП не предусматривается. В связи с этим требуется разработка методов для количественной оценки надежности конструкций оснований. Предлагается рассмотреть метод расчета основания плитного фундамента под резервуары по критерию деформации (общей осадки) и оценить его надежность.

Математическая модель предельного состояния основания фундамента по критерию осадки по СП имеет вид:

$$S \leq s_u, \quad (1)$$

где  $S$  – среднее значение осадки основания фундамента;  $s_u$  - предельное значение осадки основания фундамента.

Для определения осадки  $s$  фундамента по СП используется формула вида:

$$s = \frac{p \cdot b \cdot k_c}{k_m} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{k_i - k_{i-1}}{E_i}. \quad (2)$$

Значения параметров и способы их определения можно найти в СП.

Условие (1) с учетом изменчивости контролируемых параметров (случайных величин)  $\tilde{p}$  и  $\tilde{E}_i$  и формулы (2) представим в виде:

$$\frac{\tilde{p} \cdot b \cdot k_c}{k_m} \leq s_u \cdot \sum_{i=1}^n \frac{\tilde{E}_i}{k_i - k_{i-1}}. \quad (3)$$

Если для определения  $\tilde{p}$  и  $\tilde{E}_i$  удастся провести измерения в ограниченном объеме, то для статистического описания этих параметров в используем теорию возможностей и типовую функцию распределения возможностей вида:

$$\pi_x(x) = \exp\left[-\left(\frac{x - a_x}{b_x}\right)^2\right], \quad (4)$$

где  $X$  – нечеткая переменная;  $a_x = 0.5(X_{\max} + X_{\min})$ ,  $b_x = 0.5(X_{\max} - X_{\min})/\sqrt{-\ln \alpha}$ , уровень среза  $\alpha \in [0;1]$ . Значением  $\alpha$  задаются.

Если  $\frac{\tilde{p} \cdot b \cdot k_c}{k_m} = X$  и  $s_u \cdot \sum_{i=1}^n \frac{\tilde{E}}{(k_i - k_{i-1})} = Y$ , то  $X, Y$  будут нечеткими переменными, описываемые функциями распределения вида (4). Если выполняется условие  $a_x < a_y$ , то  $R = 1$  по условию (1). Необходимость безотказной работы  $N = 1 - Q$ , где  $Q$  - возможность отказа:  $Q = \exp\left[-\left(\frac{x^* - a_x}{b_x}\right)^2\right]$ .

В результате расчета образуем интервал надежности  $[N; R]$ .

Рассмотрим алгоритм расчета надежности. Для сокращения расчетов рассмотрим вариант, в котором грунт основания однородный, сложенный, глинистыми грунтами. Пусть были определены значения  $p_{\max} = 0,3 \text{ МПа}$ ,  $p_{\min} = 0,2 \text{ МПа}$ ,  $E_{\max} = 19 \text{ МПа}$ ,  $E_{\min} = 17 \text{ МПа}$ ,  $b = 12 \text{ м}$ ,  $\eta = 1$ . По СП примем  $s_u = 0,1 \text{ м}$ . Задаем  $\alpha = 0,1$ . Найдем  $X_{\min} = 2,31 \cdot 10^3 \text{ кН/м}$ ,  $X_{\max} = 3,47 \cdot 10^3 \text{ кН/м}$ ,  $Y_{\min} = 4,27 \cdot 10^3 \text{ кН/м}$ ,  $Y_{\max} = 4,77 \cdot 10^3 \text{ кН/м}$ . Тогда  $a_x = 2,89 \cdot 10^3 \text{ кН/м}$ ,  $b_x = 0,382 \cdot 10^3 \text{ кН/м}$ ,  $a_y = 4,52 \cdot 10^3 \text{ кН/м}$ ,  $b_y = 0,164 \cdot 10^3 \text{ кН/м}$ . Расчетная толщина слоя -  $H = 10,26 \text{ м}$ . Коэффициенты  $k_c, k_m, k_i, k_{i-1}$  найдены в соответствии с СП.

Так как  $a_x = 2,89 \cdot 10^3 < a_y = 4,52 \cdot 10^3$ , то  $R = 1$ . На основании  $\pi_x(x) = \pi_y(y)$  при  $x = y = x^*$  имеем  $\frac{|x^* - 2,89 \cdot 10^3|}{0,382 \cdot 10^3} = \frac{|x^* - 4,52 \cdot 10^3|}{0,164 \cdot 10^3}$ , отсюда  $x^* = 4,03 \cdot 10^3$ . Тогда  $Q$  найдем из (7)  $Q = e^{-8,9} = 0,00014$ . Вероятность безотказной работы  $N = 0,99986$ . Надежность основания фундамента образует интервал  $[0,99986; 1]$ .

**Выводы:**

1. Рассмотрен новый метод расчета надежности оснований фундаментов по критерию деформации (общей осадки).
2. На примере расчета надежности основания фундамента показан алгоритм расчета надежности основания.

1. Уткин В.С. Определение надежности строительных конструкций: учебное пособие / Л.В. Уткин. – Вологда : ВоГТУ, 2000. – 176 с.
2. Казачек В.Г. Обследование и испытание зданий и сооружений : учебник для вузов / В.Г. Казачек, Н.В. Нечаев, С.Н. Нотенко и др. : под ред. В.И. Римшина. – 3-е изд. – Москва : Высшая школа, 2007. – 655 с.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗБОРЧИВОСТИ РЕЧИ В ЗАЛЕ ОБЛАСТНОЙ БИБЛИОТЕКИ В Г.ВОЛОГДЕ**

*А.А. Кайнова*

*Л.Э. Шашкова, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Параметр разборчивости речи является одной из основных акустических характеристик залов и подобных им помещений. Целью нашей работы являлось определение разборчивости речи в зале областной библиотеки в г. Вологде. Для ее определения в зале проводили артикуляционные испытания, позволяющие получить разборчивость в процентах. В ходе испытаний в зал с помощью диктора передаётся испытательный текст, а слушатели, находящиеся в зале, записывают этот текст. Отношение правильно записанных на слух фонетических элементов к общему количеству переданных и определяет процент разборчивости. Разборчивость речи определяли по требованиям ГОСТа [1].

1. На установленных в зале стульях в количестве 144 шт. были закреплены номер ряда и места. Слушателям в количестве 122 человека, были розданы бланки.
2. Далее руководитель ознакомил слушателей с их обязанностями в соответствии с обязательным приложением 3. После этого слушатели заняли обозначенные номерами места. Для определения разборчивости речи использовались артикуляционные таблицы. Таблицы зачитывались на том же месте, что и в условиях эксплуатации зала.
3. Слушатели должны разборчиво записывать обычной орфографией читаемые дикторами слоги в бланки так, как они их услышали. В случае, когда слушатель не смог расслышать слог, им в соответствующей графе бланка должен ставиться прочерк. Поправки в бланке не допускались.
4. После записи в бланк одной таблицы слушатели переместились на другие места согласно правилу циклической смены мест и записывать следующую таблицу. Процедура записи таблиц заканчивается с завершением цикла смены мест.

5. По окончании определения разборчивости речи члены организационной группы собрали у слушателей заполненные бланки, а руководитель - заполнить позиции 1 - 13 протокола определения разборчивости речи в соответствии с обязательным приложением 4.
6. Члены организационной группы сверили заполненные бланки с оригиналами артикуляционных таблиц, отметить записанные ошибочно и незаписанные слоги, а затем подсчитать число правильно записанных слогов.
7. Далее мы определяли слоговую разборчивость в данном месте зала. (P)  
P - Слоговая разборчивость в данном месте зала ;  
i - номер места ;

Вычисленные результаты должны быть представлены по каждой группе слушателей в форме таблицы.

Среднее значение слоговой разборчивости на данном месте зрительного зала  $\bar{P}$  вычисляется по формуле:

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^N P_i}{N}, \quad (1)$$

где  $N$  – число слушателей.

Далее мы определяем среднеквадратичную ошибку  $\sigma$  на данном месте зала, она определяется по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\bar{P} - P_i)^2}{N-1}}. \quad (2)$$

Из таблицы, в которую мы занесли слоговую разборчивость, необходимо исключить результаты, отличающиеся от среднего значения слоговой разборчивости  $\bar{P}$  на величину, большую удвоенной среднеквадратичной ошибки  $2\sigma$ , и провести окончательный расчет среднего значения слоговой разборчивости и среднеквадратичной ошибки.

Условия слышимости считаются при среднем значении слоговой разборчивости:

отличные	свыше 90%
хорошие	от 80 до 90 %
удовлетворительные	от 70 до 80 %
неудовлетворительные	ниже 70 %

По результатам определения разборчивости речи в конференц-зале установлено, что хорошие условия слышимости обеспечены только на первом ряду, на всех остальных местах условия удовлетворительные и неудовлетворительные.

Для улучшения разборчивости речи необходимо дальнейшее исследование времени реверберации зала и корректировка его значений.

1. ГОСТ 25902-83. Зрительные залы. Метод определения разборчивости речи. – Москва : Стройиздат, 1983.

## ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВРЕМЕНИ РЕВЕРБЕРАЦИИ ЗРИТЕЛЬНОГО ЗАЛА ОБЛАСТНОЙ БИБЛИОТЕКИ В Г.ВОЛОГДЕ

*Н.А. Сверчкова*

*А.А. Кочкин, научный руководитель, д-р техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Целью представленной работы является теоретическое исследование времени реверберации в зале областной библиотеки в г. Вологде.

Для достижения данной цели необходимо решить следующие задачи: определить средний коэффициент звукопоглощения в зале, эквивалентную площадь звукопоглощения, время реверберации, сравнить полученные результаты с рекомендуемыми значениями. Временем реверберации считается время затухания звуковой волны на 60 дБ после прекращения действия источника звука.

Расчёт производится в соответствии с СП [1] и ГОСТ [2]. Порядок расчетов для зала размерами 17,6×12,1 × 5,16 м вместимостью 144 человека (расчеты выполняются при 70-процентном заполнении и в зале без зрителей):

1. Рассчитываем критическую частоту, Гц, выше которой наблюдается достаточное количество собственных мод (частот) воздушного объема, по формуле:

$$f_{кр} = 125\sqrt[3]{180/V}, \quad (1)$$

где  $V$  – объем зала  $м^3$ ;

2. Определяем эквивалентную площадь звукопоглощения по формуле (2):

$$A_{общ} = \sum \alpha S + \sum A + \alpha_{доб} \cdot S_{общ}, \quad (2)$$

где  $\sum \alpha S$  – сумма произведений коэффициентов звукопоглощения отдельных поверхностей на их площади,  $м^2$ ;

$A$  – сумма эквивалентных площадей звукопоглощения зрителями и креслами,  $м^2$ ;

$\alpha_{доб}$  – средний коэффициент добавочного звукопоглощения

3. Находим средний коэффициент звукопоглощения по формуле (3):

$$\alpha_{ср} = A_{общ} / S_{общ} \quad (3)$$

4. Определяем время реверберации по формулам:

$$T = 0.163 \cdot V / S_{общ} \cdot (1 - \alpha_{ср}) \quad \text{на частотах 125-500 Гц} \quad (4)$$

$$T = 0.163 \cdot V / S_{общ} \cdot (1 - \alpha_{ср}) + nV \quad \text{на частотах 1000-2000 Гц} \quad (5)$$

$S$  – общая площадь ограждающих конструкций в зале,  $m^2$ ;

$n$  – коэффициент, учитывающий поглощение звука в воздухе. В октаве 2000 Гц  $n=0.009$ ; в октаве 4000 Гц  $n=0.0022$ .

Полученные значения времени реверберации конференц-зала с существующей отделкой при 70-процентном заполнении зала и без зрителей значительно больше рекомендуемых значений ( $T=0,97..1,05$  с), согласно СП [1].

Производим разработку предложений по корректировке времени реверберации конференц-зала: необходимо увеличить звукопоглощение в зале, что возможно при изменении отделки поверхностей: тонкую тюль на окнах следует заменить на ткань плотностью не менее  $0,6$  кг/ $m^2$  (бархат), а также следует увеличить звукопоглощение поверхности стен, что также возможно введением драпировки из ткани плотностью не менее  $0,6$  кг/ $m^2$  (бархат).

Определяем время реверберации конференц-зала с учетом предложенных мероприятий при 70-процентном и 100-процентном заполнении зала по формулам, указанным выше.

Полученное время реверберации находится в пределах рекомендуемых значений, следовательно, предложенный материал плотностью  $0,6$  кг/ $m^2$  (бархат) для декора окон ( $69,8m^2$ ) и части стены ( $25m^2$ ) выбран правильно.

1. СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 Минрегион России. – Москва : ОАО "ЦПП", 2010.

2. ГОСТ 25902-83. Зрительные залы. Метод определения разборчивости речи. – Москва : Стройиздат, 1983.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНОЙ НАГРУЗКИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК ПО ПРОГИБУ

*С.А. Соловьев*

*В.С. Уткин, научный руководитель, д-р техн. наук, профессор*

*Вологодский государственный университет*

*г. Вологда*

Железобетонные балки являются несущими элементами многих конструкций в виде подкрановых балок, балок покрытия и перекрытия и т.д. От их безопасной эксплуатации может зависеть безопасность всей конструкции. По ГОСТ Р 54257-2010 «Надежность строительных конструкций и оснований» несущая способность – это максимальный эффект воздействия, реализуемый в строительном объекте без превышения предельных состояний. Вступивший в силу с 01.01.2014 ГОСТ Р 53778-2010 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга» и вступивший в силу с 01.07.2010 Закон № 384-ФЗ

«Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» являются показателем актуальности вопроса о безопасной эксплуатации зданий и сооружений. К тому же ГОСТ Р 53778-2010 требует периодически производить оценку категории технического состояния зданий и сооружений, которая заключается в выявлении степени соответствия запроектированной и фактической несущей способности несущих элементов конструкции.

Известен способ определения предельной нагрузки по прогибу [1]. Предлагается новый способ, учитывающий недостатки предыдущего. Способ заключается в следующем: выявляют места (поперечные сечения) балки с наибольшими прогибами от эксплуатационной нагрузки, вычисленными теоретически или выявленных с помощью нескольких прогибомеров, установленных вблизи «опасного» сечения балки. В этих местах (сечениях) устанавливаются прогибомеры, измеряющие прогибы от испытательных нагрузок  $F_i$ . Наибольшее значение испытательной нагрузки по условию безопасности  $F_{\max}$  определяется из условия  $M_F \leq M_{F, \text{экс}}$ , где  $M_{F, \text{экс}}$  - наибольший изгибающий момент от эксплуатационной нагрузки, определяемый методами строительной механики;  $M_F$  - изгибающий момент от испытательной нагрузки  $F$ , приложенной в сечении балки с  $M_{F, \text{экс}}$ . Затем балку нагружают сосредоточенной силой, для более эффективного использования нагрузки  $F$  и более экономичного и технологичного проведения испытаний. Такую нагрузку можно осуществить с помощью гидравлического домкрата, направленной противоположно эксплуатационной нагрузке и собственному весу балки. При испытаниях нагрузку выдерживают до четырех часов для стабилизации деформаций. Затем измеряют прогиб балок известными методами [2]. Пробное нагружение каждой ступенью значения испытательной нагрузки производят не менее 10 раз, т.к. при оценке параметров нормального закона распределения любой случайной величины, в том числе для использования «правила трех сигм», должно быть не менее 10 результатов измерений. По результатам многократных ( $n \geq 10$ ) испытаний не менее чем тремя значениями пробных нагрузок  $F_i$  и измерений

прогибов  $f_i$  балки находят среднее значение прогиба  $\bar{f}_i = \frac{\sum_{j=1}^n f_{i,j}}{n}$  и среднее

квадратическое отклонение  $S_{f_i} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (f_{j,i} - \bar{f}_i)^2}{n-1}}$ . По значениям нагрузки  $F_i$  и

средних прогибов  $\bar{f}_i$  определяют методом наименьших квадратов степенную функцию  $\Phi_1(F_i; \bar{f}_i)$ , примерный вид которой показан на рисунке. Аналогич-

ным образом, но для возможных наибольших прогибов  $\bar{f}_i + 3S_{f_i}$  полученных по «правилу трех сигм», строят функцию  $\Phi_2(F_i; \bar{f}_i + 3S_{f_i})$ . Значение предельного прогиба  $f_{ult}$  определяют исходя из технологических факторов или по СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия». Подставляя значение предельного прогиба в функции  $\Phi_1(F_i; \bar{f}_i)$  и  $\Phi_2(F_i; \bar{f}_i + 3S_{f_i})$  находят нижнее  $F_{np}^H = \Phi_2(f_{ult})$  и верхнее  $F_{np}^B = \Phi_1(f_{ult})$  значения предельной нагрузки. Интервал  $[F_{np}^H; F_{np}^B]$  характеризует несущую способность балки по критерию прогиба. На рисунке  $\rho(f)$  – функция плотности вероятности случайной величины  $f$ .

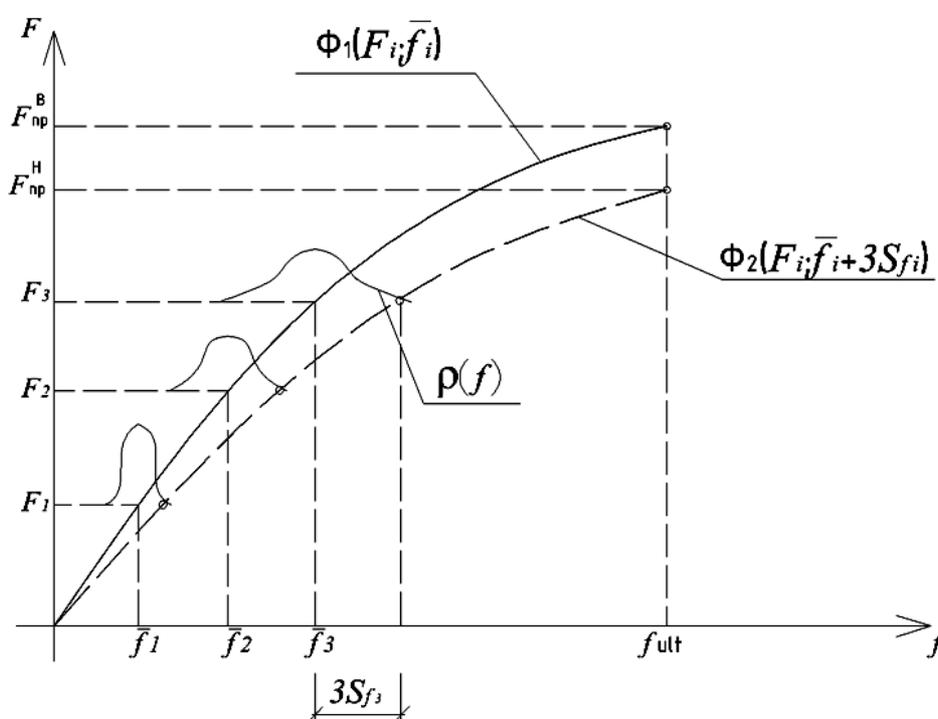


Рис. Определение несущей способности по критерию прогиба

1. Пат. 2161778 РФ МПК G01N3/10, заявитель: Уткин В.С., Голикова Л.В., патентообладатель: ВоГТУ. – опубл. 10.01.2001, Вологда. – 2001 г.
2. Пат. 2533343 РФ МПК G01B7/16, заявитель: Уткин В.С., Булычев А.Н., патентообладатель: ВоГУ. – опубл. 20.11.2014, Вологда. – 2014 г.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА НАДЁЖНОСТИ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ В УСЛОВИЯХ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ ЧУКОТСКОГО АО

*Л.А. Сушев*

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

Одной из наиболее актуальных проблем безопасности эксплуатации зданий и сооружений в условиях вечной мерзлоты Чукотского АО является определение остаточного ресурса надёжности свайных фундаментов. Актуальность проблемы обусловлена необходимостью определения остаточного ресурса надёжности самих свай, находящихся длительный период в эксплуатации, и ресурса надёжности основания, которое испытывает негативное влияние таяния мерзлоты.

С одной стороны предполагается, что при нахождении в длительной эксплуатации нагрузка на сваи увеличена, а остаточный ресурс надёжности материалов сваи снижен. И с другой стороны таяние мерзлоты приведет к значительному снижению несущей способности оснований свайных фундаментов, так как таяние мерзлоты ведёт к образованию нового источника парниковых газов ( $\text{CO}_2$  и метана) в атмосферу и как результат к оттаиванию законсервированных в мерзлоте плейстоценовых органических веществ и их использования микроорганизмами; к активизации самих микроорганизмов, законсервированных в мерзлоте; высвобождению ранее образованных парниковых газов из льдистых структур; усилению микробной активности в сезонно-талом слое и т.д.

Все вышеприведенное свидетельствует о необходимости проведения срочных работ по изучению влияния изменения природных явлений на работу зданий и сооружений в условиях вечной мерзлоты, на предупреждение аварий.

Как показывает опыт эксплуатации зданий в г. Билибино Чукотского АО сезонные, климатические и другие эксплуатационные факторы продолжают оказывать отрицательное влияние на здания и на их свайные фундаменты. Имеются факты полного разрушения свай.

Приведенные примеры показывают на необходимость разработки новых конструктивных решений для зданий и сооружений, работающих в условиях вечной мерзлоты, разработки методов мониторинга и расчетов надёжности несущих элементов. При этом особое место занимают основания фундаментов. Основания фундаментов зданий и сооружений прежде всего отвечают за безопасность эксплуатации и долговечность зданий. Изучение работы свайных оснований, оценка их оперативной надёжности и мониторинг остаточной несущей способности и остаточного временного ресурса является актуальной про-

блемой, требующей разработки теоретических исследований и практических методов предупреждения аварий и катастроф, особенно в настоящее время, когда наметилось более интенсивное освоение Севера и Востока Российской Федерации. Малый объем статистической информации о работе свайных оснований в условиях вечной мерзлоты и о поведении конкретных индивидуальных зданий затрудняет расчет надежности несущих элементов, не удастся осуществить их расчет вероятностными методами, рекомендованными стандартом ГОСТ Р 54257-2010 «Надежность строительных конструкций и оснований». В связи с этим расчет надежности оснований фундаментов проводим методами теории возможностей. На рисунке показана сущность этого метода для математической модели предельного состояния вида  $X \leq Y$ , где  $X$  - нагрузка на одну наиболее поврежденную сваю,  $Y$  - несущая способность этой сваи.

При  $a_x < a_y$  возможность безотказной работы сваи  $R=1$ , а необходимость безотказной работы  $N=1-Q$ . Значение  $Q$  находят из функции  $\pi_x(x)$  или  $\pi_y(y)$  при значении  $x=y=a^*$ . Значение  $a^*$  находят из равенства  $\pi_x(x)=\pi_y(y)$  при  $x=y$ . Значение надежности или возможности события  $X \leq Y$  находят в виде интервала  $[N, R]$ . В качестве функции распределения возможностей по [2]

примем  $\pi_x(x) = \exp\left(-\frac{x-a_x}{b_x}\right)^2$ . Для реализации этого метода необходимо получить хотя бы ограниченную информацию об изменчивости несущей способности сваи  $Y$  и о нагрузке  $X$  на сваю от фундамента и здания в целом. По результатам испытаний нескольких свай будем иметь некоторое множество интервалов  $[N, R]$ , статистическую обработку которых предлагается проводить, используя теорию свидетельств Депстера Шефера и находить статистическое среднее интервалов для расчета надежности свайного фундамента.

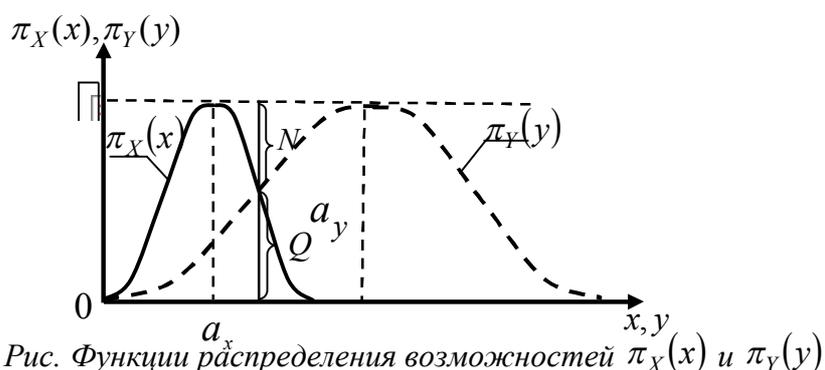


Рис. Функции распределения возможностей  $\pi_x(x)$  и  $\pi_y(y)$

### Выводы:

1. Предложен для расчета надежности свайного основания вероятностный метод.
2. Для обработки результатов испытаний свай используется теория свидетельств Депстера-Шефера.

## РАСЧЕТ НАДЕЖНОСТИ ФУНДАМЕНТА ПРЕССА ДЛЯ ШТАМПОВКИ СЕПАРАТОРА ПОДШИПНИКА

*Д.А. Тропина*

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

В процессе эксплуатации пресса происходят изменения свойств грунта оснований фундамента; изменение технологических процессов; износ деталей пресса и усилие динамического воздействия при работе пресса на фундамент. В связи с этим возникает проблема оценки уровня безопасности и вредного воздействия колебаний фундамента на людей, конструкции, окружающую среду и качество продукции.

В данной статье предлагается рассмотреть метод расчета надежности массивного фундамента пресса для штамповки сепаратора подшипника ЗАО «Вологодский подшипниковый завод».

Для предупреждения нарушения нормальной эксплуатации фундамента проводится расчет надежности фундамента согласно СП 26.13330.2012 по следующим критериям:

1. По критерию прочности элементов конструкций фундамента. Расчет прочности ведется по формуле (2) СП 26.13330.2012. Согласно п. 5.2.20 расчет массивных фундамента на прочность, как правило, не производится

2. По критерию прочности грунта. Расчет ведут по формуле (1) СП 26.13330.2012.

3. По наибольшей амплитуде « $a$ » колебаний фундамента по математической модели предельного состояния вида:

$$\tilde{a} \leq a_u, \quad (3)$$

где  $\tilde{a}$  – амплитуда колебаний фундамента, определяемая измерительными приборами на стадии эксплуатации;

$a_u$  – предельно допустимое значение амплитуды колебаний (детерминированная величина), значение которой определяется СП или проектом.

Рассмотрим методику расчета надежности фундамента по третьему критерию и модели (3).

При полной статистической информации о  $\tilde{a}_v = X$  примем для ее характеристики нормальную функцию распределения с функцией плотности вероятности

$$f_X(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}S_x} e^{-\frac{(x-m_x)^2}{2S_x^2}}.$$

На стадии эксплуатации пресса, как правило, имеет место  $m_x < a_u$ . Вероятность  $P$  безотказной условию (3) можно определить из формулы:

$$P = \Phi\left(\frac{a_u - m_x}{\sqrt{S_x^2}}\right) = \Phi(z) \quad (4)$$

Рассмотрим другие варианты статистической информации об амплитуде колебаний  $a$ .

При крайне малой статистической информации о случайной величине  $\tilde{a}_v = X$  можно ее описать функцией распределения возможностей

$$\pi_x(x) = e^{-\frac{(x-a_x)^2}{b_x}}, \text{ и для надежности использовать теорию возможностей.}$$

При  $a_x < a_u$  принимаем возможность безотказной работы  $R=1$ , а возможность отказа  $Q = 1 - e^{-\left(\frac{a_u - a_x}{b_x}\right)^2}$ .

Надежность массивного фундамента будет характеризоваться интервалом  $[Q; R]$ .

Рассмотрим вариант с исходной статистической информации о значениях амплитуды колебаний, в котором число измерений достаточно для определения с заданным уровнем значимости среднего значения  $\bar{a}_x = m_x$  и среднего квадратического отклонения  $S_x$ .

Аналитические выражения граничных функций распределения имеют вид:

$$E_a(x) = \begin{cases} F_a^*(x) = \begin{cases} 0, \text{ если } (x < m_x) \\ 1 - m_x / x, \text{ если } (m_x \leq x \leq a_u) \end{cases} \\ E_a^{**}(x) = \frac{x_x - m_x}{(x_x - m_x)^2 + S_x}, \text{ если } (x > a_u) \end{cases}$$

$$\bar{F}_a(x) = \begin{cases} \frac{S_x^2}{(m_x - x)^2 + S_x^2}, \text{ если } (x < m_x) \\ 1, \text{ если } (x \geq m_x) \end{cases}$$

Надежность характеризуется интервалом  $[E; \bar{F}]$ .

#### Выводы:

1. Представлены методики расчетов надежности массивного фундамента машин на стадии эксплуатации по критерию амплитуды колебаний.

2. Надежность фундамента характеризуется значением вероятности  $P$  или интервалами  $[Q; R]$  или  $[E; \bar{F}]$ , в которых истинное значение надежности находится внутри интервала.

1. Уткин, В.С. Расчет надежности грунтовых оснований и фундаментов машин при ограниченной информации на стадии эксплуатации : монография / В.С. Уткин, Л.В. Уткин. – Вологда : ВоГУ, 2013. – 124 с.

2. Уткин, В.С. Определение надежности строительных конструкций : учебное пособие / В.С. Уткин, Л.В. Уткин. – Вологда : ВоГТУ, 2010. – 155 с.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОЧИСТКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В ОЗОНОСОРБЦИОННОМ БЛОКЕ

*С.Н. Абанин, Е.А. Шадрюнова*

*В.И. Игонин, научный руководитель, д-р техн. наук, профессор*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

В сентябре 2014 г. вступили в действие федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности химически опасных производственных объектов». В данном документе изменились и дополнились правила к системам безопасности химико-технологических 26бласс26бссов. В связи с введением данного документа в действие стало необходимым разработать оптимальную **систему аварийной** вентиляции в помещении здания озонаторных систем водоподготовки.

Принципиальная схема производства питьевой воды базируется на 26блассической двухступенчатой технологии очистки. Такая технологическая схема универсальна и обеспечивает безопасность питьевой воды по действующим нормативам. Однако озон – чрезвычайно опасное вещество при воздействии его на человека в высоких концентрациях. Согласно ГОСТ 12.1.007-76 «Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности», озон относится к 1-му классу опасности, предельно-допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны по ГОСТ 12.1.014-84 – менее 0,1 мг/м<sup>3</sup>.

Для отработки модели, обеспечивающей условия безопасной концентрации озона в воздухе рабочей зоны помещений генерации озона и около технологических трубопроводов, транспортирующих озono-воздушную смесь (ОВС), рассматривается ситуация, при которой произойдет **максимальный неконтролируемый выброс ОВС в воздух рабочей зоны**.

В качестве примера приняты следующие характеристики озоногенерирующего оборудования, расположенного в помещении озонсорбионного блока: суммарная максимальная возможная масса генерируемого озона (O<sub>3</sub>) до 108 кг/ч; максимальная производительность одного озоногенератора до 27 кг O<sub>3</sub>/час.

По результатам моделирования возможной аварии с полным разрывом трубопровода ОВС и с учетом автоматизации работы озоногенераторов определена масса выброшенного озона, которая равна 541,39 г. Массовая концентрация в воздухе рабочей зоны – 0,152 гр/м<sup>3</sup>, что превышает ПДК в 1520 раз.

Согласно [1] предусматривается очистка удаляемого из помещений воздуха, содержащего озон, с последующим его рассеиванием. Согласно нормативным требованиям приземная концентрация на территории предприятия на высоте 2 м от уровня земли не должна превышать ПДК, равную  $0,16 \text{ мг/м}^3$ .

На данном этапе основной задачей исследования является разработка схемы **утилизация избыточно загрязненного озоном воздуха** из помещений рабочей зоны.

Чтобы найти оптимальную модель, возможны несколько вариантов моделирования. Первая итерация следующая: 1. Подать загрязненный воздух через систему воздухопроводов на аппараты термokatалитического разложения (деструкторы); 2. Так как озон является нестабильным веществом и со временем превращается в  $O_2$ , изолировать помещение и контролировать его концентрацию до ПДК. 3. Выбрасывать экологически опасный воздушный продукт через системы аварийной приточно-вытяжной вентиляции в атмосферу. В соответствии с требованиями приземная концентрация на территории предприятия на высоте 2 м от уровня земли не должна превышать ПДК, равную  $0,16 \text{ мг/м}^3$ . Приближенный параметрический анализ предлагаемых вариантов показывает, что для термokatалитического разложения ОВС требуется нагрев загрязненной среды до  $300 \text{ C}^0$ . Тогда расход удаляемого воздуха из аварийного помещения цеха генераторов озона составит  $28456 \text{ м}^3/\text{ч}$ , а расход теплоты для нагрева воздуха не менее  $2500 \text{ кВт}$ .

При втором варианте загрязненный озоном воздух, попадая в помещение, хорошо адсорбируется на материалах и на поверхностях с последующим его разложением на фракции. Процессы идут по разному, иногда с каталитическим ускорением, иногда с замедлением. Стоит отметить, что по исследованиям некоторых авторов при установлении const адсорбции без ускорения процесса на поверхности материала, температуры среды – временной процесс естественного распада длился до 20-30 сут. Уточненный расчет реакционной способности и временного интервала процесса без математического моделирования и натурных исследований не представляется возможным.

Третий вариант решения проблемы предусматривает наличие приточно-вытяжной системы вентиляции в помещении озоногенераторной станции производства озона ( $O_3$ ). Результаты моделирования показали, что максимальный массовый расход вещества в устье выхода вентиляционного канала на улице составил  $1,2 \text{ г/с}$ . Высота выброса  $21,15 \text{ м}$  над уровнем земли. Приземная концентрация на территории предприятия составит  $0,1056 \text{ мг/м}^3$ , что ниже требуемого ПДК в воздухе, который равен  $0,16 \text{ мг/м}^3$ , что оптимальным решением задачи в исследуемых условиях является выброс ОВС с утилизацией в окружающую атмосферу с последующей его рассеиванием.

Данный вариант утилизации озона из помещения озоногенераторной внедрен на Рублевской и Западной станциях водоподготовки в г. Москве.

1. ГОСТ 31829-2012 «Оборудование озонаторное. Требования безопасности».

## ТАБЛИЦА ДИСКОНТИРОВАНИЯ ДЕНЕЖНЫХ ПОТОКОВ ДЛЯ СИСТЕМ ТГВ

*Е.Ю. Гаврилов, Е.В. Галактионова, А.Н. Сурикова  
В.А. Петринчик, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Будущий успех проекта зависит от того, насколько точно рассчитан его экономический эффект.

Для оценки сроков окупаемости движения денежных потоков и экономической эффективности используются таблицы NPV (нормативный чистый доход). Это наиболее надежный и часто используемый метод. Задача NPV – показать разницу между суммой всех дисконтированных денежных потоков и начальными инвестициями. Согласно теории, если чистая приведенная стоимость NPV имеет положительное значение – проект принимается (окупается), если отрицательное – отвергается.

Расчет NPV осуществляется по формуле:

$$NPV = \sum_{k=1}^n \left( \frac{P_k}{(1+r)^k} \right) - I,$$

где  $r$  - ставка дисконтирования;

$I$  - начальные инвестиции;

$P_k$  - денежные потоки за период с 1-го по  $n$ -й год.

Этот способ хорошо подходит для самых различных видов деятельности, кроме систем теплогасоснабжения и вентиляции [1]. Актуальность расчетов систем теплоснабжения определяется, прежде всего, согласно Федеральному Закону «О теплоснабжении», необходимостью создания схем теплоснабжения поселений. Задача подробного технико-экономического анализа систем теплоснабжения возникает с одной стороны в связи со сложным устройством самих исследуемых систем, а с другой - со стремлением как можно точнее оценить финансо-

во-экономические и технические показатели их работы для создания систем, обеспечивающих наиболее экономичное бесперебойное теплоснабжение.

Обычно варианты расчетов предполагают равномерно по месяцам выпуск продукции с получением (месяцам) приблизительно одинаковой прибыли (дохода).

В системах теплогазоснабжения и вентиляции (ТГВ) имеются особенности использования NPV таблицы:

– выпуск продукции (тепловая энергия, расход теплоносителей) крайне неравномерный по году;

– носит вероятностный характер и зависит от внешних условий (средняя температура наружного воздуха);

Кроме того, выпуск продукции в системах ТГВ прекращается в летний период. Все это приводит к достаточно большим ошибкам в использовании таблиц NPV как инструмента экономического расчета.

В качестве примера в докладе приводится три результата использования таблиц NPV:

1) стандартные таблицы с равномерным распределением нагрузки и экономии по месяцам;

2) учет при тех же условиях неравномерности тепловой нагрузки и температуры по месяцам года;

3) каждый последующий тренд капиталовложений систем ТГВ происходит путем накопления денежных средств за счет экономии предыдущих периодов.

Разберем на примере тепловой сети револьверный фонд. Револьверный фонд обычно создается для финансирования конкретного направления деятельности, которое определяется инвесторами и собственниками фонда. Поскольку для фонда требуются только единовременные первоначальные инвестиции (если исходить из того, что управление им осуществляется должным образом, позволяя аккумулировать достаточные сбережения для обеспечения устойчивого финансирования в будущем), он не зависит полностью от внешних инвесторов или от кредитного рейтинга муниципалитета. Первоначальные инвестиции в револьверный фонд могут поступать из различных источников, например, из целевых бюджетных фондов, за счет кредитов местных и международных банков, от международных доноров, частных компаний, организаций и от правительства. Для того чтобы получить максимальную отдачу от сбережений, полученных с помощью инвестиций револьверного фонда, необходимо обеспечить точный и систематический учет и контроль в отношении энергосбережений. Кроме того, в РФ фонд лучше всего функционирует, если у муниципалитетов есть возможность оставлять в своем распоряжении сбережения, полученные за счет энергосберегающих проектов, для будущих инвестиций.

Получены следующие результаты по сроку окупаемости для систем ТГВ:  
– стандартные NPV таблицы – 2-3 года;  
– таблица, учитывающая реальную наружную температуру  $t$  и продолжительность отопительного периода  $n$  – 3-4 года;  
– револьверная таблица – 5-7 лет. Следует отметить, что данные соотношения будут сохраняться в дальнейшем, приводя экономический расчет к точным результатам [2].

1. Петринчик В.А. Оценка инвестиций в энергосбережение : методическое пособие для выполнения курсовых и дипломных работ / А.Ю. Медведев, В.А. Петринчик, Г.С. Староверова. – Вологда: ВоГТУ, 2007. – 27 с.

2. Башмаков И.А. Револьверный фонд как источник средств для энергосберегающих проектов // Энергетическая эффективность. – 1995. – № 7.

## ДЕЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДА ВОЛОГДЫ

*Е.Ю. Гаврилов, А.Н. Сурикова*

*Н.Н. Мнушкин, научный руководитель*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Россия является страной с самым высоким уровнем централизованного теплоснабжения в Европе. Общая протяженность тепловых сетей на территории РФ составляет около 260 тысяч км. Излишняя централизация систем теплоснабжения многих городов России является одним из факторов низкой эффективности ее работы. В данной работе мы рассматриваем децентрализацию на примере теплоснабжения города Вологды.

Несмотря на огромную работу по реконструкции централизованных тепловых сетей в городе, ситуация с ними постоянно ухудшается в особенности по экономическим показателям (себестоимость, тарифы, инвестиции). Альтернатива центральному теплоснабжению – автономное отопление и замена морально устаревших водонагревателей.

В последние годы наряду с традиционными проблемами тепловых сетей к ним добавилась транспортная загруженность города, что часто приводит в невозможности проведения плановых и предупредительных ремонтных работ в системе. Все это требует нетрадиционных подходов к решению проблем тепловых сетей, которые специалисты считают самым слабым звеном в схеме источник – теплоснабжение–потребитель.

Для перевода уже построенных домов на индивидуальное поквартирное отопление необходимы: котельная на многоквартирный дом, оборудование дома уличными дымоходами для вывода продуктов сгорания выше уровня крыши, реконструкция систем отопления, установка регуляторов на отопительные секции и установка счетчиков тепла в каждой квартире.

Настоящий проект предлагает провести массовую децентрализацию систем теплоснабжения в городе Вологде с одновременной заменой работающих в настоящее время старых морально устаревших газовых водонагревателей. В городе требуют замены более 20 тысяч таких приборов. В этом случае сложная схема передачи тепловой энергии заменяется простой и относительно недорогой передачей топлива. При этом варианте затраты на транспортировку тепловой энергии до потребителя сокращаются в 3–4 раза.

Принимая решение о применении децентрализованного отопления, необходимо не только подсчитать выгоду от внедрения этой прогрессивной и современной формы отопления, но и знать все о возможных последствиях.

При переходе на технический язык внедрение этого проекта означает, что будет производиться оптимизация с получением следующих результатов.

Во-первых, уменьшатся затраты топлива, электроэнергии и материалов на эксплуатацию тепловых сетей.

Во-вторых, повышается надежность тепловых сетей и уменьшается вероятность выхода нескольких котельных одновременно из строя.

В-третьих, повышается качество теплоснабжения.

В-четвертых, при строительстве новых зданий отпадает необходимость в строительстве дополнительных трубопроводов и наладке гидравлического режима.

По нашим оценкам оптимизация данного проекта (разработанная методика) позволит на 25-30% снизить затраты на замену существующих нагревателей горячего водоснабжения; снизить сроки их замены; повысить надежность и качество теплоснабжения.

1. П. А. Хаванов. Автономная система теплоснабжения — альтернатива или шаг назад? // АВОК. – 2004. – №1. – 34 с.

## БЕСПЕРЕБОЙНОЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛИЧНОГО КОМБИНАТА

*С.С. Гладышева*

*Е.В. Несговоров, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

В современном мире люди не могут обойтись без электричества, но бесперебойная подача его не всегда возможна. В таких случаях устанавливают резервный источник питания, который позволяет больницам, банкам или предприятиям по производству продуктов питания (тепличным хозяйствам), когда от наличия электричества зависит технологический процесс, работать ритмично.

Синтез современных автономных систем электропитания однозначно связан с достижениями в области силовой и вычислительной электроники.

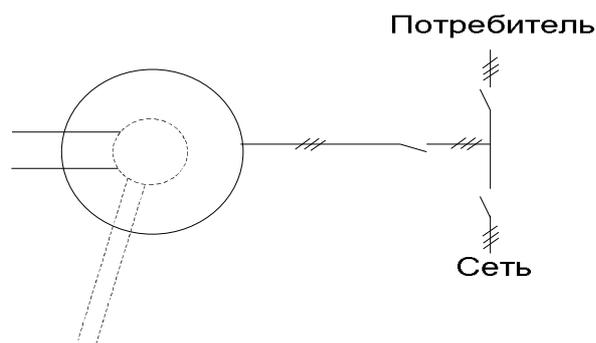


Рис. 1

Автономная система электропитания, схема которой приведена выше, на рис.1, включает в себя генератор с автоматической системой регулирования тока возбуждения, следовательно и выходного напряжения. Приводами таких генераторов служат либо бензиновые (дизельные) двигатели, либо газовые турбины, обеспечивающие постоянной частоту вращения вала и, как следствие, частоту выходного напряжения.

Газотурбинный генератор – это высокотехнологичный агрегат, надежный источник основного или резервного электропитания. Они могут работать автономно и параллельно с существующим электроснабжением. В качестве топлива он потребляет природный или сжиженный газ. Это экономически выгодно, ведь природный газ дешевле бензина или дизеля. При сгорании газа образуется меньше выхлопов, разрушающих поршневой двигатель. Масляная пленка на металлических поверхностях газового двигателя не смывается жидким топливом. К тому же газ практически не вызывает коррозию металла, что позволяет обеспечить долгий срок службы электрогенератора своему владельцу.

Генераторы с газотурбинным приводом достаточно просты в эксплуатации: при использовании в качестве топлива природного или сжиженного газа интервал замены масла и комплектующих увеличивается в 1,5-2 раза. При этом продолжительность работы газового генератора на одной заправке гораздо дольше, чем у бензиновых или дизельных электрогенераторов, а при подключении к магистральному газу непрерывная работа генератора будет ограничиваться лишь потребностями его владельца. К тому же при подключении к природному газу исчезает необходимость транспортировки и хранения запасов топлива для генератора.

Автономная система электропитания может включать в себя не один генератор, а несколько, что увеличивает гибкость системы электроснабжения потребителей. Схема с двумя генераторными системами приведена на рис.2.

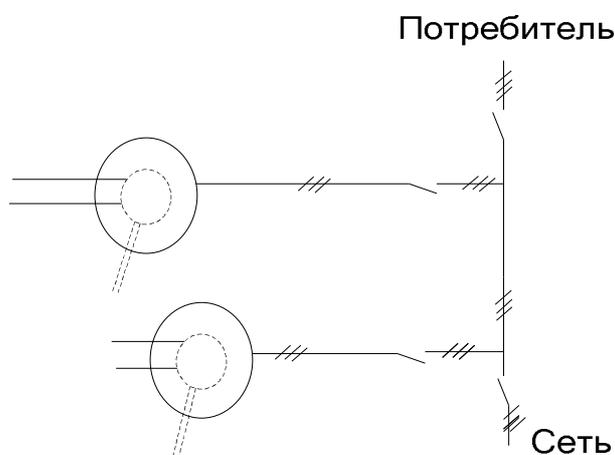


Рис. 2

1. Вольдек А.И. Электрические машины : учебник для студентов высших технических учебных заведений / А.И. Вольдек. – Ленинград : Энергия, 1974. – 840 с.

2. Тепличный комбинат [Электронный ресурс] : официальный сайт. – Режим доступа : <http://teplich35.ru>

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ

*М.П. Киселкин, И.А. Свищев*  
*А.С. Царев, научный руководитель*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

На этапе исследования свойств древесных отходов интерес для анализа представляют ряд параметров, которые характеризуют теплотворную способность топливных брикетов как горючего для объектов тепловой энергетики. К

данным свойствам относятся гранулометрический состав, порода древесины и ее влажность, поскольку они в наибольшей степени определяются локальными условиями производства данного вида топлива[1].

Гранулометрический состав древесных отходов является специфическим свойством, варьирующимся в зависимости от исходных параметров сырья и технологического процесса производства. Данный параметр является особо важным так как определяет состав оборудования технологической линии для производства топливных брикетов и характеризует локальные организационно-экономические условия района, а также участвует в формировании экономической характеристики для последующего технико-экономического обоснования.

Влажность древесных отходов является третьим из основных факторов, характеризующих локальные условия анализируемого региона. В зависимости от величины данного показателя варьируется технологический процесс изготовления топливных брикетов. Влажность отходов является показателем, определяющимся в зависимости от ряда условий, таких как тип отходов, условий их сбора, хранения и транспортировки, а также от породы дерева.

Наряду с вышеперечисленными параметрами практический интерес в контексте формирования теплотворной способности топлива представляют также гигроскопичность сырья, поскольку она определяет степень влияния условий транспортировки и хранения, а также пирофорные свойства отходов.

Внутриклеточные полости и околоклеточные пустоты уменьшают количество горючего древесинного вещества, заключённого в единице объёма топлива. Чем плотнее древесина, чем меньше в её объёме будет пустот и соответственно, будет больше концентрация горючего древесинного вещества – тем больше будет объёмная теплотворность такой древесины.

Объёмная удельная теплотворность напрямую зависит от породы дерева, поскольку разные породы деревьев имеют различную плотность своей древесины и, соответственно – разное количество горючего (теплотворного) вещества в единице своего объёма

Процесс прессования древесных отходов под высоким давлением при производстве топливных брикетов не только позволяет уплотнить пустоты между гранулами древесины, но и в некоторой степени уменьшить количество микропустот в самой структуре материала, поэтому фактическая плотность топливных брикетов практически в два раза превышает плотность исходного материала, что позволяет пропорционально повысить теплотворную способность при аналогичном объёме.

Теплотворность древесины – это количество тепла, которое образуется при горении древесинного вещества (главной теплотворной составляющей части древесины) и сопутствующих углеводов (смола и эфирных масел). Следует отметить, что при горении древесины образуются водяные пары. Об-

разование водяных паров имеет двойственную природу происхождения. Во-первых, древесина очень гигроскопична, и вода в свободном виде просто находится в её пустотах и полостях. Во-вторых, водяные молекулы синтезируются непосредственно в процессе горения (температурного распада и окисления) углеводородных соединений, из которых и состоит древесина [2].

Теплотворность древесины, отнесённая к занимаемой единице массы или объёма топлива, называется удельной теплотой сгорания (удельной теплотворностью) древесины. Удельная теплотворность древесины – это количество тепла, которое выделяется при полном сгорании её массовой или объёмной единицы (кг, тонны или  $\text{дм}^3$ ,  $\text{м}^3$ ). Величина удельной теплотворной способности древесины определяется количеством горючего материала, заключённого в её единице веса или объёма.

Для практических целей, большой интерес представляет объёмная удельная теплотворность древесины. Поскольку традиционно объёмы древесных материалов учитываются в объёмных единицах измерения, то именно объёмная теплотворность древесных отходов принимается в качестве одного из исходных факторов. Объёмная удельная теплотворность определяется индивидуально для каждой породы дерева, является справочной величиной и имеет наибольшее практическое применение.

1. Царев А.С. Проблемы использования топливных брикетов в коммунальной теплоэнергетике малых населенных пунктов // А.С. Царев, В.А. Петринчик / Актуальные проблемы развития лесного комплекса : материалы международной научно-технической конференции. – Вологда: ВоГТУ, 2011.

2. Царев А.С. Новый взгляд на использование древесных отходов в коммунальной теплоэнергетике / А.С. Царев, В.А. Петринчик // Инновации и инвестиции: научно-аналитический журнал. – 2014. – №4.

## **ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА РАЗГИБА СЛЯБА МНЛЗ**

*И.П. Комаров, И.В. Голубева*

*Н.Г. Баширов, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В данной статье решена задача численного метода расчета разгиба сляба на МНЛЗ путем использования метода последовательных приближений – метода касательных Ньютона.

Определение нагрузок от правки на криволинейном участке МНЛЗ является с математической точки зрения сложной процедурой. Необходимо учиты-

вать упругие свойства материала сляба, его ползучесть, а также податливость роликового аппарата. Математически задача усложняется решением дифференциального уравнения на многих участках разгиба сляба.

Математически задача ставится в следующей форме для решения стационарного процесса разгиба:

$$\begin{cases} y_e^{IV}(x) = 0, & x_{i-1} < x < x_i, \\ y_p'''(x) = \frac{1}{\nu} \left( \frac{P(x)}{g(x)} \cdot y_e''(x) \right)^5, & x_{i-1} < x < x_i, \quad i = 1, 2, \dots, n, \end{cases} \quad (1)$$

удовлетворяющие граничным условиям:

$$y_p(x_i) + y_e(x_i) + k_i \left( \frac{y_e'''(x_i + 0)}{g(x_i + 0)} - \frac{y_e'''(x_i - 0)}{g(x_i - 0)} \right) = y_i, \quad (2)$$

$$\frac{y_e''(x_i + 0)}{g(x_i + 0)} - \frac{y_e''(x_i - 0)}{g(x_i - 0)} = 0, \quad i = 1, 2, \dots, n-1, \quad (3)$$

В условиях (2) и (3) предполагается, что величины равны нулю:

$$y_e''(x_n + 0) = 0, \quad y_e''(x_0 - 0) = 0, \quad (4)$$

$$y_e'''(x_0 - 0) = 0, \quad y_e'''(x_n + 0) = 0 \quad (5)$$

Дополнительно будем предполагать, что функции непрерывны и имеют непрерывные производные при переходе через ролики:

$$y_p^{(j)}(x_i - 0) = y_p^{(j)}(x_i + 0), \quad i = 1, 2, \dots, n-1, \quad j = 0, 1, 2 \quad (6)$$

$$y_e^{(j)}(x_i - 0) = y_e^{(j)}(x_i + 0), \quad i = 1, 2, \dots, n-1, \quad j = 0, 1. \quad (7)$$

Кроме того функция удовлетворяет следующим начальным условиям:

$$y_p(x_0) = y_{p0}, \quad y_p'(x_0) = y_{p1}, \quad y_p''(x_0) = \frac{1}{R}. \quad (8)$$

Для упрощения задачи (1)-(3) введена замена в виде:

$$y_e''(x) = z(x), \quad x_0 < x < x_n, \quad x \neq x_i \quad i = 1, 2, \dots, n-1 \quad (9)$$

Общее решение уравнения на каждом интервале является линейной функцией:

$$z(x) = A_i \cdot \frac{(x - x_{i-1})}{(x_i - x_{i-1})} + B_i \cdot \frac{(x_i - x)}{(x_i - x_{i-1})} \quad (10)$$

Уравнение (2) для граничных условий примет вид:

$$y_p(x_i) + y_e(x_i) + k_i \left( \frac{A_{i+1} - B_{i+1}}{(x_{i+1} - x_i) \cdot g(x_i + 0)} - \frac{A_i - B_i}{(x_i - x_{i-1}) \cdot g(x_i - 0)} \right) = y_i. \quad (11)$$

Согласно общей теории линейных уравнений с разрывными коэффициентами, уравнение имеет непрерывно дифференцируемое решение, представляемое в виде:

$$y_e(x) = A_1 \cdot \frac{(x - x_1)}{(x_n - x_1)} + B_1 \cdot \frac{(x_n - x)}{(x_n - x_1)} + \int_{x_1}^x (x - s) \cdot z(s) ds. \quad (12)$$

Аналогично, по заданной функции  $z(x) = z(x, A_1, A_2, \dots, A_n)$  из уравнения (1) определим единственное, дважды непрерывно дифференцируемое на  $(x_1, x_n)$  решение  $y_p(x)$ , которое удовлетворяет начальным условиям:

$$y_p(x) = y_p(x_0) + y'_p(x_0)(x - x_0) + y''_p(x_0) \frac{(x - x_0)^2}{2} + \frac{1}{2 \cdot \nu} \int_{x_0}^x (x - s) \cdot \left( \frac{p(s)}{g(s)} \cdot z(s) \right)^5 ds \quad (13)$$

Для решения задачи применяем метод простых итераций – метод Ньютона. В матричной форме систему можно записать как:

$$X^{(k+1)} = X^{(k)} - W^{-1}(X^{(k)}) \cdot F(X^{(k)}),$$

где  $W^{-1}$  – матрица, обратная матрице Якоби, вычисленная для очередного приближения;

$F(X^{(k)})$  – вектор-функция, вычисленная для очередного приближения;

$X^{(k)}$  - очередное приближение;

$X^{(k+1)}$  - последующее приближение.

Матрица Якоби (матрица производных) имеет вид:

$$W(x) = \left( \frac{df_i}{dx_j} \right)_{n,n} = \begin{pmatrix} \frac{df_1}{dx_1} & \frac{df_1}{dx_2} & \dots & \frac{df_1}{dx_n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{df_n}{dx_1} & \frac{df_n}{dx_2} & \dots & \frac{df_n}{dx_n} \end{pmatrix}$$

Решение системы уравнений по методу Ньютона позволяет определить коэффициенты  $A_i, B_i$  на каждом участке машины и по ним определить нагрузки на ролики в зоне разгиба, которые зависят тепловых процессов разливки.

**ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ****Д.А. Кудрявцев****В.А. Петринчик**, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В 2010 году принят Закон РФ «О теплоснабжении» [1], в котором введено новое понятие «...радиус энергоэффективности...». «Радиусом энергоэффективного теплоснабжения» называют максимальное расстояние от теплопотребляющей установки до ближайшего источника тепловой энергии в системе теплоснабжения, при превышении которого подключение теплопотребляющей установки к данной системе теплоснабжения нецелесообразно по причине увеличения совокупных расходов в системе теплоснабжения. Предполагалось, что будет выпущен подзаконный акт, определяющий и уточняющий это понятие. Учитывая, что до сих пор это понятие не уточнено, попытаемся дать свое собственное определение понятия энергоэффективности и использовать его для анализа тепловых сетей при разработке схем теплоснабжения. За параметр энергоэффективности тепловой сети вместо радиуса нами выбран тариф на отпускаемую тепловую энергию в системе котельная – тепловые сети – потребитель. Влияние разных внешних и внутренних факторов будет отражаться в изменении тарифа на отпускаемую тепловую энергию. Полагаем, что при изменении тарифа в меньшую сторону тепловая сеть считается энергоэффективной, а при изменении тарифа в большую сторону сеть переходит в состояние неэнергоэффективности, при котором любые дальнейшие воздействия на тепловую сеть приводят к росту тарифа.

Тариф на тепловую энергию рассчитывается по следующей зависимости:

$$T_T = \frac{Z_1 + Z_2}{Q - Q_{\text{тп}}}, \quad (1)$$

где  $Q$  – общая выработка теплоты на котельной, Гкал;

$Q_{\text{тп}}$  – тепловые потери, Гкал;

$T_T$  – тариф на отпускаемую тепловую энергию, руб./Гкал;

$Z_1$  – постоянная составляющая затрат тарифа, включающая ремонт, зарплату, налоги, амортизацию и другие затраты, не зависящие количественно от выработки тепловой энергии;

$Z_2$  – затраты на топливо (переменная составляющая).

Из переменной составляющей затрат тарифа исключаем подпиточную воду, электроэнергию и другие затраты, зависящие от выработки тепловой энергии, так как по сравнению с топливом их влияние незначительно.

Вторая составляющая может быть представлена в виде:

$$Z_2 = \frac{T_r}{r\eta}(Q_0 + Q_{\text{ТП}}), \quad (2)$$

где  $Q_0 = Q - Q_{\text{ТП}}$  – количество теплоты, поступающей к потребителям;

$Q$  – общая выработка теплоты на котельной, Гкал;

$Q_{\text{ТП}}$  – тепловые потери, Гкал;

$r$  – теплота сгорания топлива, Гкал/м<sup>3</sup>;

$\eta$  – КПД brutto, %;

$T_r$  – тариф на топливо (далее в качестве примера использовали природный газ), руб./Гкал.

Для апробации результатов использовали в качестве базы данных информацию по системам теплоснабжения города Вологды.

В 2012 году удельное соотношение затрат на топливо (отношение затрат на топливо к общим затратам) у большинства котельных было более 50% и эти системы теплоснабжения находятся «за пределами радиуса энергоэффективности». При изменении  $Z_2$  в большую сторону тариф увеличился по сравнению с 2012 годом и имеет дальнейший рост. Такие системы теплоснабжения попадают в зону энергетической неэффективности, что является одним из критериев перехода системы к неэнергоэффективному состоянию.

Используя этот метод, можно показать необходимые и достаточные условия для перехода к неэнергоэффективному состоянию системы теплоснабжения.

При этом можно решить ряд частных задач – воздействие природных условий, влияние децентрализации, необходимость реконструкции и т.д.

Выводы:

Предложена методика для определения необходимых и достаточных условий перехода к неэнергоэффективному состоянию системы централизованного теплоснабжения.

1. Федеральный закон от 27.07.2010 N 190-ФЗ (ред. от 01.12.2014) "О теплоснабжении" [Электронный ресурс] / Консультант Плюс. – Режим доступа : <http://base.consultant.ru/>. Дата обращения: 14.12.14.

## РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ОТОПЛЕНИЯ

*Н.В. Мнушкин*

*В.И. Игонин, научный руководитель, д-р техн. наук, профессор*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

В связи с огромными программными затратами топливных ресурсов, требуемых для обеспечения все возрастающих потребностей гражданского и промышленного строительства, а также в связи с нестабильным состоянием мировых валют и, как следствие, завышенной ценой на зарубежные системы климатизации зданий, возникает потребность в создании удельного показателя, характеризующего диссипацию тепловой и ценовой форм энергии теплоэнергетических систем. В [1] предлагается методика численного эксперимента, посвященного сравнению электро-теплогидравлических и электротепловых систем отопления посредством коэффициента, характеризующего их удельное энерго-ценовое состояние, позволяющего определить наиболее выгодную для потребителя систему децентрализованного отопления.

В настоящее время на кафедре ТГВ ведется работа, посвященная разработке и исследованию динамических режимов работы электродных котлов в децентрализованной системе теплоснабжения и определению эффективности системы децентрализованного отопления на экспериментально-вычислительном комплексе. В ходе эксперимента одновременно снимаются показания с термопар, пирометров, термоманометров, гигрометра, измерителя плотности теплового потока, контактных термометров, цифровых амперметров, вольтметров и счетчика электрической энергии. В [1, 2] приводится описание системы, основные этапы обработки экспериментальной информации, аналитическое выражение, обобщающее первый и второй начала термодинамики и методика определения коэффициентов  $K_{yэс}$  Вт/(м<sup>2</sup>\*град) - удельный коэффициент энергетического пространства состояния и  $A$  - коэффициент стоимости удельного энергетического показателя  $A = \frac{K_{yэс}}{B} \cdot \frac{Вт}{руб \cdot м^2 \cdot ^\circ C}$ . Рассматриваемые коэффициенты позволяют оценить эффективность работы блоков системы на каждом этапе преобразования и трансформации энергии и всего устройства в целом, а также оценить удельные материальные затраты на единицу выработанной тепловой энергии.

Основным результатом работы является определение функционала, позволяющего анализировать энергетическое и ценовое состояние теплоэнергетических систем и определять оптимальные режимы их работы.

1. Игонин, В.И., Мнушкин, Н.В. Особенности системного анализа энергетической установки через ее удельные характеристики // Вестник МАНЭБ. – 2012. – №4. – С. 69-77.

2. Методические особенности структуризации научно-исследовательских лабораторно-практических занятий на лабораторно-вычислительном комплексе теплогидравлического типа: методическое пособие к лабораторно-практическим занятиям. – Вологда: ВоГТУ, 2013. – 35 с.

## **К РАЗРАБОТКЕ ЭФФЕКТИВНОЙ НАСАДКИ РЕГЕНЕРАТИВНОГО ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА**

*Т.В. Монаркина, Ю.Н. Копытов*

*Н.Н. Монаркин, научный руководитель*

Вологодский государственный университет  
г. Вологда

В ходе научной работы исследуется устройство для вентиляции жилых и общественных помещений, представляющее собой стационарный переключающийся регенеративный теплоутилизатор (СПРТ). Под СПРТ понимается автономное вентиляционное устройство, имеющее в своем составе регенеративный теплообменник, устанавливаемое в конструкцию стены или окна и обслуживающее одно или два смежных помещения. Регенеративный теплообменник в составе СПРТ обеспечивает функцию энергосбережения. В частности рассматривается теплоутилизатор типа УВРК-50 отечественного производства. Принцип работы данного устройства характеризуется двумя режимами: режим аккумуляции и режим регенерации. В режиме аккумуляции устройство работает на вытяжку, и происходит нагрев регенеративной насадки внутренним вытяжным воздухом. В режиме регенерации устройство работает на приток, и происходит нагрев приточного воздуха насадкой.

Согласно источнику [1] при выборе материала регенеративных (теплоаккумулирующих) насадок предпочтительными являются материалы, имеющие высокую плотность и теплоемкость. Применяемая в теплоутилизаторе типа УВРК-50 заводская насадка изготовлена из полиэтилена. Известно, что полиэтилен обладает низкими теплофизическими свойствами, в частности низкой теплоемкостью [2]. Поэтому целью исследования является разработка и создание эффективной регенеративной насадки для рассматриваемого теплоутилизатора.

Актуальность повышения эффективности регенеративной насадки в теплоутилизаторе заключается в повышении коэффициента энергосбережения, то есть, чем эффективнее в теплотехническом отношении будет насадка, тем большее количество расходуемой тепловой энергии будет возвращаться в помещение с приточным воздухом.

Для качественного повышения эффективности насадки рассматривается вариант выполнения ее в виде композита, состоящего из двух различных материалов, один из которых является корпусом насадки, а второй – внутренней теплоаккумулирующей средой. Под композиционным материалом (или композитом) будем понимать искусственно созданный неоднородный сплошной материал, состоящий из двух компонентов с четкой границей раздела между ними. В качестве материала корпуса эффективнее использовать металл с высокой плотностью, а в качестве внутреннего материала – вещество с высокой теплоемкостью. Однако изготовление металлической конструкции является трудоемким и дорогостоящим процессом. В качестве материала с высокой теплоемкостью отдается предпочтение жидкости, потому что жидкости легко принимают объем устройства, в которое они помещены. Однако к жидкости в данном случае предъявляется требование низкой температуры замерзания. В итоге к разработке была принята конструкция регенеративной насадки, корпус которой изготавливается на 3D-принтере из полилактида (ПЛА). Корпус представляет собой тонкостенную конструкцию с пучком трубок для прохода воздуха, в межтрубное пространство помещается вещество с высокой теплоемкостью, конкретно – жидкость на основе этиленгликоля.

Необходимо учитывать, что при создании композитной насадки снижается площадь живого сечения для прохода воздуха. Это связано с тем, что объем насадки увеличивается при добавлении второго вещества с высокой теплоемкостью. Но конструкция эффективной регенеративной насадки разработана с учетом сохранения номинального расхода воздуха через СПРТ при допустимых скоростях воздуха для приточных устройств.

Полученная регенеративная насадка легко встраивается в корпус теплоутилизатора, заменяя заводскую насадку. Также имеется возможность замены внутреннего материала насадки на другой, то есть, возможно проведение серии испытаний насадки из различных материалов с различной теплоаккумулирующей способностью.

Практическое доказательство эффективности разработанной регенеративной насадки возможно после проведения экспериментальных исследований. Для экспериментальных исследований создан лабораторный стенд, который позволяет отслеживать изменение температуры воздуха на наружном и внутреннем торцах теплоутилизатора, а также температуру наружной среды, внутреннего воздуха помещения и воздуха у отопительного прибора.

1. Васильев, В.А. Методы расчета тепловых процессов в стационарном переключающемся регенеративном теплоутилизаторе. дисс. канд. техн. наук: 05.04.03. – Санкт-Петербург, 2010. – 136 с.

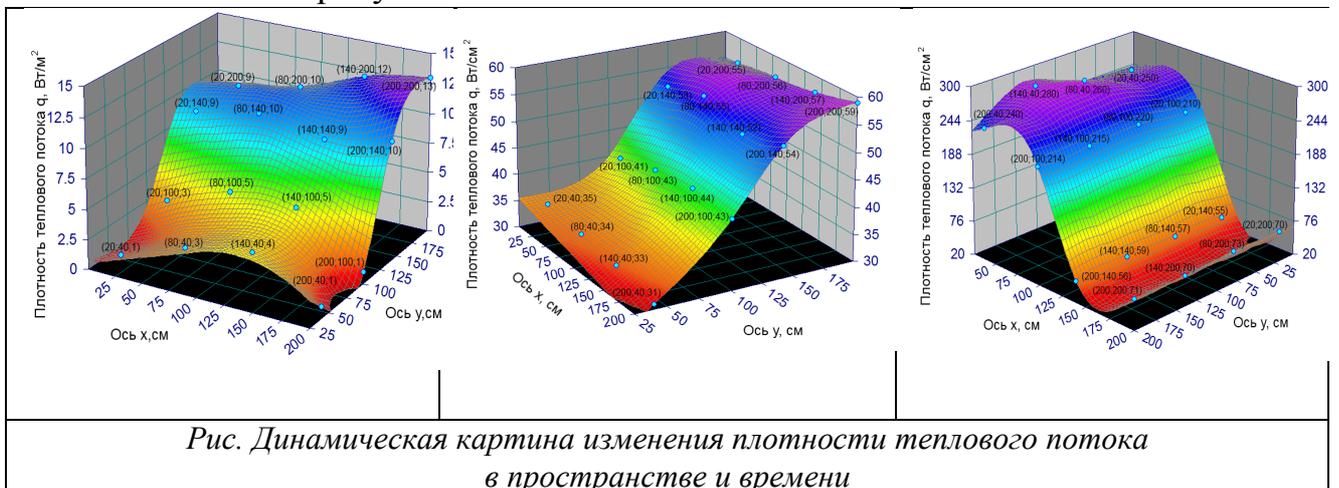
2. ГОСТ 16338-85\*. Полиэтилен низкого давления. Технические условия [Текст]. - Взамен ГОСТ 16338-77; введ. 1987-01-01. – Москва : Изд-во стандартов, 1987. – 15 с.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО РАСЧЕТНАЯ МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО И СТОИМОСТНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ЛУЧИСТОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ПРОИЗВОЛЬНОГО ОБЪЕМА ПОМЕЩЕНИЯ

*М.О. Паничева, Н.В. Мнушкин*  
*В.И. Игонин, научный руководитель, д-р техн. наук, профессор*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

В [1] описана методика определения цены по удельному показателю стоимости энергии, привязанной 1 м<sup>2</sup> помещения. Удельный показатель стоимости энергии позволил из ряда установок, выпускаемых различными фирмами, выбрать наиболее дешевый вариант инфракрасного излучателя.

Однако требуются дополнительные экспериментальные исследования для отработки методики применения удельного показателя. Для этого на кафедре ТГВ собрана установка с инфракрасными излучателями марки Эколайн. Три устройства инфракрасного излучения размещены в декартовой системе координат в плоскости ХоУ. Определено геометрическое пространство, представляющее собой локальный объем помещения лаборатории. Объем разбит на конечные элементы ХоУZ. Поставлена задача измерить тепловые потоки и температуры в выделенном объеме воздушной среды с помощью пирометра и измерителя плотности теплового потока. Экспериментально полученные поля потоков  $q=f_1(x,y,z,t)$  и температур  $t=f_2(x,y,z,t)$  обрабатываются с помощью методов математического анализа. Алгоритм обработки экспериментальной информации следующий: построены матрицы температур и потоков для соответствующих точек координатного пространства и времени. Цифровые и температурные поля преобразуются в графический и аналитический вид. Динамическая картина изменения полевых тепловых потоков в пространстве и во времени показаны на рисунке.



Последовательное интегрирование скалярных и векторных полей позволило получить усредненные параметры по координатам и во времени тепловых потоков и температур, характеризующие выделенный объем воздушного пространства, находящегося под воздействием инфракрасного излучения, что позволило перейти к удельным энергетическим показателям исследуемой термодинамической системы. Взяв отношение усредненных показателей макроуровня (3), получаем отношение интегрального потока к интегральной температуре, т.е. удельную характеристику  $K_{уд}$  Вт/(м<sup>2</sup>\*град).

Используя полученные данные из отношения удельных коэффициентов  $K_{уд}$  Вт/(м<sup>2</sup>\*град) – удельный коэффициент энергетического пространства состояния и  $A$ -коэффициент стоимости удельного энергетического показателя  $A = \frac{K_{уэс}}{B} \cdot \frac{Вт}{руб \cdot м^2 \cdot ^\circ C}$ , получаем стоимость энергии  $C$ , руб. в данном энергетическом пространстве (1).

$$C = r_{конс} \frac{A}{K_{уд}}, руб,$$

где  $r_{конс}$  – коэффициент, учитывающий конструктивные особенности установки.

Проведено экспериментально расчетное моделирование удельного энергетического состояния для ограниченного объема помещения, находящегося под воздействием инфракрасного излучателя фирмы Эколайн. Получены новые коэффициенты, учитывающие целый ряд диссипационных превращений энергии в ценовой и энергетических формах.

1. Игонин, В.И., Мнушкин, Н.В. Особенности системного анализа энергетической установки через ее удельные характеристики // Вестник МАНЭБ. – 2012. – № 4. – С. 69-77.

2. Паничева, М.О. Экспериментально-расчетное исследование эффективности применения инфракрасного излучателя для отопления помещений / М.О. Паничева, Р.А. Зиёев, М.А. Слободянюк // Материалы региональной научной конференции VIII ежегодной научной сессии аспирантов и молодых ученых : в 2-х т. / Мин-во образования и науки РФ ; Вологод. гос. ун-т. – Вологда : ВоГУ, 2014. – Т. 1: Технические науки. Экономические науки. – с.118-123.

3. Игонин, В.И. Пути повышения эффективности теплоэнергетических систем : монография. – Вологда: ВоГТУ, 2007. – 119 с.

## РАЗРАБОТКА НОВЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ В УСЛОВИЯХ ПОНИЖЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР

*А.С. Сизанова*

*А.А. Сеницын, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Человек по своей природе является теплокровным организмом, поэтому пребывание его в условиях пониженных температур является неестественным. Холод – злейший враг дыхательной системы человека. Не секрет, что именно холодное время года становится активным временем для вирусов гриппа. Хронические переохлаждения с неограниченным количеством носителей вредных вирусов является идеальной почвой для развития всех простудных заболеваний. ОРВИ – это "набор" тяжелых вирусных инфекций, который поражает мужчин, женщин и детей всех возрастов и национальностей. Острые респираторные вирусные инфекции постепенно подрывают сердечно-сосудистую систему, сокращая на несколько лет среднюю продолжительность жизни человека. При тяжелом течении гриппа часто возникают необратимые поражения сердечно-сосудистой системы, дыхательных органов, центральной нервной системы, провоцирующие заболевания сердца и сосудов, пневмонии, трахеобронхиты, менингоэнцефалиты.

Поэтому при защите органов дыхания от неблагоприятных воздействий важен механизм кондиционирования вдыхаемого воздуха, который способен защитить как при экстремальных режимах жизнедеятельности человека, так и от техногенных воздействий на атмосферу. Применение новых средств для защиты органов дыхания в условиях пониженных температур позволит избежать их переохлаждения и уменьшить теплопотери организма через дыхание.

В настоящее время существует большое количество устройств для защиты органов дыхания в условиях пониженных температур, именуемых тепловыми масками. Такие маски работают и нагревают вдыхаемый воздух без дополнительной энергии, используя тепло выдыхаемого человеком воздуха. Это осуществляется за счет какой-либо теплообменной регенерирующей теплонасадки, через которую попеременно проходит вдыхаемый и выдыхаемый воздух. Примером таких масок служит тепловая маска челябинской фирмы «Второе дыхание<sup>TM</sup>», маска зарубежного производства ColdAvenger.

Общим недостатком таких устройств является обмерзание теплового блока, низкая эффективность регенерирующей насадки, наличие стягивающего крепления, вызывающего повышенное локальное давление на кожу лица, а также необходимость частой замены насадок при изменении температуры окружающей среды.

Таким образом, ставится задача по созданию эффективного устройства для защиты органов дыхания в условиях пониженных температур, отвечающая следующим требованиям:

- повышение температуры вдыхаемого воздуха;
- защита органов дыхания в широком диапазоне низких температур;
- снижение потерь теплоты организма человека в целом.

При этом предлагаемое устройство имеет следующие конкурентные преимущества:

- отсутствие задерживания влаги в регенерирующей насадке;
- большая производительность по воздуху;
- компактность данного устройства;
- долговечность и простота эксплуатации.

Сущность устройства заключается в том, что оно содержит лицевую маску и регенеративную насадку из теплоемкого материала, при этом насадка выполнена из материала, в котором сделаны не менее двух вертикально ориентированных рядов каналов.

Первый вариант маски предусматривает такую конструкцию насадки, когда вертикально ориентированные ряды каналов не соединяются друг с другом. Дальний от лицевой поверхности насадки ряд каналов сквозной сверху и снизу, а ближний ряд каналов снизу сквозной, а сверху – герметично закрытый, но имеющий отверстия для горизонтального входа и выхода воздуха на лицевой поверхности насадки. При этом регенеративная насадка к лицевой маске присоединяется при помощи контактной ленты типа «крючок и петля».

Во втором варианте вертикальные каналы соединены между собой горизонтальными каналами, а насадка содержит коллектор для входа и выхода воздуха, который проходит лицевую маску насквозь и крепится к ней за счет выносных бортов, при этом ближний к лицевой поверхности насадки ряд каналов сверху и снизу герметично закрытый, но имеющий отверстия для горизонтального входа и выхода воздуха на лицевой поверхности насадки, а дальний ряд каналов сверху сквозной, снизу герметично закрытый и имеющий выход наружу в виде коллектора.

Регенеративная насадка может быть выполнена из однородного или разнородного теплоемкого материала, с вогнутой лицевой и выпуклой задней поверхностью, со скошенными сверху углами для снижения аэродинамического сопротивления при движении воздуха в верхней части насадки через дальний ряд каналов.

Отверстия на лицевой части регенеративной насадки могут быть выполнены либо в линейном, либо шахматном порядке, либо концентрически расходясь от центра; одинакового или разного диаметра в зависимости от удаления от центра поверхности. Более крупного диаметра могут быть центральные отверстия, самый минимальный диаметр – по краям насадки.

Действие устройства основано на рекуперации тепла воздуха при дыхании и не требует от человека каких-либо особых навыков. Температура воздуха в подмасочном пространстве повышается за счет собственного тепла выдыхаемого воздуха и нагрева входящего холодного воздуха при прохождении через регенерирующую насадку, ранее нагретую при цикле выдыхания. Предложенная маска удобна в работе, способствует улучшению условий труда.

## **ОТДЕЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**

*Е.Н. Смирнова, С.А Мигунов, М.А Шумилов  
В.А. Петринчик, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Суровые климатические условия в России определяют теплоснабжение как наиболее социально значимый и в то же время наиболее топливоемкий сектор экономики: в нем потребляется почти 40% тепловых энергоресурсов, используемых в стране, а более половины этих ресурсов приходится на коммунально-бытовой сектор [1].

Стратегическими целями теплоснабжения являются:

- надежное снабжение теплом экономики и населения страны;
- повышение эффективности функционирования и обеспечение устойчивого развития отрасли на базе новых современных технологий;
- максимально эффективное использование возможностей когенерации.

Около 50% объектов коммунального теплоснабжения и инженерных сетей требуют замены, не менее 15% находятся в аварийном состоянии. На каждые 100 км тепловых сетей ежегодно регистрируется в среднем 70 повреждений. Потери в тепловых сетях достигают 30%. Помимо потерь тепла, с утечками теплоносителя в Вологде ежегодно теряется более 1,5 млн. куб. метров воды. 82% общей протяженности тепловых сетей требуют капитального ремонта или полной замены.

К основным причинам такого состояния систем коммунального теплоснабжения относятся: дефицит финансов, износ оборудования и тепловых сетей, слабое управление и нерешённые вопросы разграничения полномочий и ответственности в коммунальной энергетике, отсутствие перспективных схем развития систем теплоснабжения и т.п.

Накопившиеся за многие годы проблемы в теплоснабжении отрицательно сказываются на нормальном функционировании не только жилищно-коммунального комплекса, но и ТЭК страны. Поэтому их решение и проводи-

мая в настоящее время реформа ЖКХ должны быть организационно и экономически связаны с реструктуризацией РАО «ЕЭС России» [2].

Для решения накопившихся проблем в теплоснабжении, которые проявились в последние годы особенно в жилищно-коммунальном секторе и связаны с эксплуатацией и дальнейшим развитием систем теплоснабжения (централизованных, децентрализованных, автономных, индивидуальных), необходимо осуществление комплекса мер, в части:

- совершенствования организационной, нормативной и правовой базы;
- разработки новых подходов к тарифному регулированию, управлению спросом и развитию рыночных отношений: (введение системы тарифов на тепловую энергию с выделением ставок за мощность и энергию, а также дифференцированных тарифов по объемам потребления, времени года, числу часов использования максимума нагрузок, и главное - отдельно по городам);
- технического перевооружения отрасли: (осуществление реконструкции, модернизации и развития действующих систем централизованного теплоснабжения с целью максимально возможного использования комбинированного производства электрической и тепловой энергии; принять меры по повышению надежности тепловых сетей, в частности путем повсеместного перехода на современные предварительно изолированные трубы, и совершенствованию оборудования, используемого в системах централизованного и децентрализованного теплоснабжения).

Поскольку теплоснабжение в России играет высокую социальную роль, повышение его надежности, качества и экономичности является безальтернативной задачей. Любые сбои в обеспечении тепловых потребностей негативным образом воздействуют на экономику страны и усиливают социальную напряженность, поэтому в рассматриваемой перспективе государство должно оставаться важнейшим агентом экономических отношений в отрасли.

1. Энергетическая стратегия России на период до 2020 года. – Москва : Правительство РФ, 28.08.2003. – 103 с.

2. Федеральный закон "Об энергосбережении".

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕПЛОПOTЕРЬ ПРИ ОТОПЛЕНИИ КОТТЕДЖА

*А.А. Смирнов, Е.Д. Казакова*

*Н.Г. Баширов, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Тема исследования – оптимизация тепловых потерь, используя математическое моделирование процесса передачи теплоты (в работе учитывается только теплопередача через наружные стены и динамика температуры внешней среды).

Тепловые потери коттеджа зависят от многих параметров: отапливаемого объема здания, от площади теплоизоляции внешних стен, крыши и подвала, от динамики температур внешней среды, от формы и ориентации здания (известно, что при равных объемах и плоских стенках наименьшая площадь поверхности у куба) и т.д.

В математической физике процесс стандартного теплопереноса описывается линейными дифференциальными уравнениями и краевыми условиями поведения системы на границе. Поведение системы с потерей или получением извне тепла обуславливается только тем, что происходит на внешних границах системы (на стенах, крыше, на полу фундамента).

За основу моделирования происходящих тепловых процессов взято уравнение

$$\frac{dU}{dt} = W_{\kappa}(t) - W_n(t), \quad (1)$$

где  $U$  – внутренняя энергия помещения, пропорциональная температуре

$$U = c \cdot m \cdot \Delta T = C \cdot \Delta T, \quad (2)$$

где  $C$  – теплоемкость воздуха в помещении;

$W_{\kappa}(t)$  – тепловая мощность некоторого обогревателя, находящегося в помещении;

$W_n(t)$  – тепловая мощность, уходящая из помещения наружу, когда температура внутри помещения выше, чем температура снаружи, или приходящая извне при обратном соотношении температур.

Изменение внутренней энергии воздуха можно выразить через изменение температуры и теплоемкость помещения:

$$\frac{dU}{dt} = C \cdot \frac{dT}{dt}, \quad (3)$$

где  $\frac{dU}{dt}$  – изменение внутренней энергии воздуха в помещении по времени;

$\frac{dT}{dt}$  – изменение температуры воздуха в помещении по времени.

Будем считать, что мощность, уходящая из помещения, происходит по закону теплопередачи

$$Q = k \cdot (T_k - T_n) \cdot S = W_n. \quad (4)$$

Тогда изменение внутренней энергии воздуха в помещении будет равно

$$C \cdot \frac{dT}{dt} = -k \cdot (T_k(t) - T_{ж}(t)) + W_k(t). \quad (5)$$

Отсюда изменение температуры воздуха в помещении - исходное дифференциальное уравнение примет вид

$$\frac{dT}{dt} = -\frac{k}{C} \cdot (T_k(t) - T_n(t)) + \frac{W_k(t)}{C}. \quad (6)$$

Обозначим отношение коэффициента теплопередачи к теплоемкости воздуха в помещении через  $k_1 = \frac{k}{C}$ . Тогда исходное дифференциальное уравнение примет вид

$$\frac{dT}{dt} = -k_1 \cdot (T_k(t) - T_n(t)) + \frac{W_k(t)}{C}. \quad (7)$$

Для простоты решения дифференциального уравнения температуру воздуха будем предполагать изменяющейся по синусоиде

$$T_n(t) = T_m + T_a \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi), \quad (8)$$

где  $T_m$  - средняя температура вне помещения,

$T_a$  - амплитуда колебаний внешней температуры воздуха,

$\omega$  - циклическая частота, равная  $\omega = \frac{\pi}{12} = 7.3 \cdot 10^{-5} \text{ c}^{-1}$ ,

начальная фаза равна  $\varphi = -\frac{4\pi}{3}$ .

Это дифференциальное уравнение есть линейное неоднородное дифференциальное уравнение первого порядка. В соответствии со стандартными методами его решение ищем в виде суммы общего решения однородного уравнения и некоторого частного решения неоднородного уравнения. Решение этого неоднородного уравнения получаем в виде изменения температуры в помещении по закону

$$T(t) = T_m + T_a \cdot \cos(\omega t + \varphi) + \left( \frac{k \cdot T_a}{k^2 + \omega^2} - T_a \right) \cdot \cos(\omega t + \varphi) + \frac{k \cdot \omega \cdot T_a}{k^2 + \omega^2} \cdot \sin(\omega t + \varphi). \quad (9)$$

С помощью полученного дифференциального уравнения рассмотрены различные варианты обогрева помещения: изменение температуры внутри помещения при постоянной мощности обогревателя, также рассмотрены случаи

динамики температуры внутри помещения при его минимальном значении при постоянной мощности обогревателя; изменение температуры внутри помещения при необходимом минимальном значении при гармоническом изменении мощности обогревателя; изменение температуры внутри помещения при необходимом минимальном и максимальном ее значении при ступенчатом включении обогревателя.

## **АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ УСТАНОВКИ ГРПШ В МАЛЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ**

***В.С. Тельминов***

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

На территории России регуляция давления газа осуществляется путем создания газорегуляторных пунктов.

Газорегуляторные пункты имеют ряд недостатков: дороговизна установки, использование исключительно стальных труб, установка которых также стоит больших вложений.

На территории России существует большое количество деревень и населенных пунктов, где численность населения не превышает и пятидесяти человек, именно в них применение ГРПШ будет эффективным.

Цель исследования – определить, при какой численности населения эффективней будет использовать ГРП (газорегуляторный пункт), а в каких ГРПШ (газорегуляторный пункт шкафного типа) у каждого потребителя. Для начала сравнения нам необходимо вычислить номинальный расход газа для домов с различным типом газовых приборов. Для населенных пунктов малой численности выбраны двухкомфорочная плита ПГ-2, с духовым шкафом и такая же плита с водонагревателем ёмкостью 80 литров. Объект исследования – поселок Нюксеница Нюксенского района. Производим расчет газа на бытовые и коммунальные нужды. Затем рассчитываем удельный часовой расход газа на одного человека для поселка. После чего необходимо подобрать ГРПШ, в нашем случае подбираем ГРПШ-1 стоимостью 19500 рублей, а также подбираем ГРП, берем стандартный газорегуляторный пункт ГРП-1, стоимость которого составляет 4052255 рублей (цена с учетом стоимости постройки отдельного помещения для ГРП)[1]. После этого рассчитываем общую стоимость газорегуляторного пункта и труб. Следует отметить, что расчет не учитывает стоимость прокладки и установки газопроводов. Население села Нюксеницы на момент последней переписи составляет 4271 человек. Чтобы выяснить, при

какой же численности населения следует вернуться к использованию ГРП, необходимо по аналогии сделать расчет при другой численности населения.

Выполнив все эти действия получаем диаграмму зависимости общей стоимости от численности населения. Из диаграммы становится понятным, что только лишь при численности населения 4500 человек становится дешевле ставить ГРП-1 (газрегуляторный пункт) вместо ГРПШ-1 (газрегуляторный пункт шкафного типа) у каждого потребителя.

Можно сделать вывод, что использование ГРПШ у каждого потребителя в малых населенных пунктах является экономически выгодным.

Кроме того использование ГРПШ дает ряд преимуществ, таких как: возможность использования полиэтиленовых (пластиковых) труб, малые габариты, небольшой объем строительно-монтажных работ при установке ГРПШ, возможность самостоятельно регулировать расход.

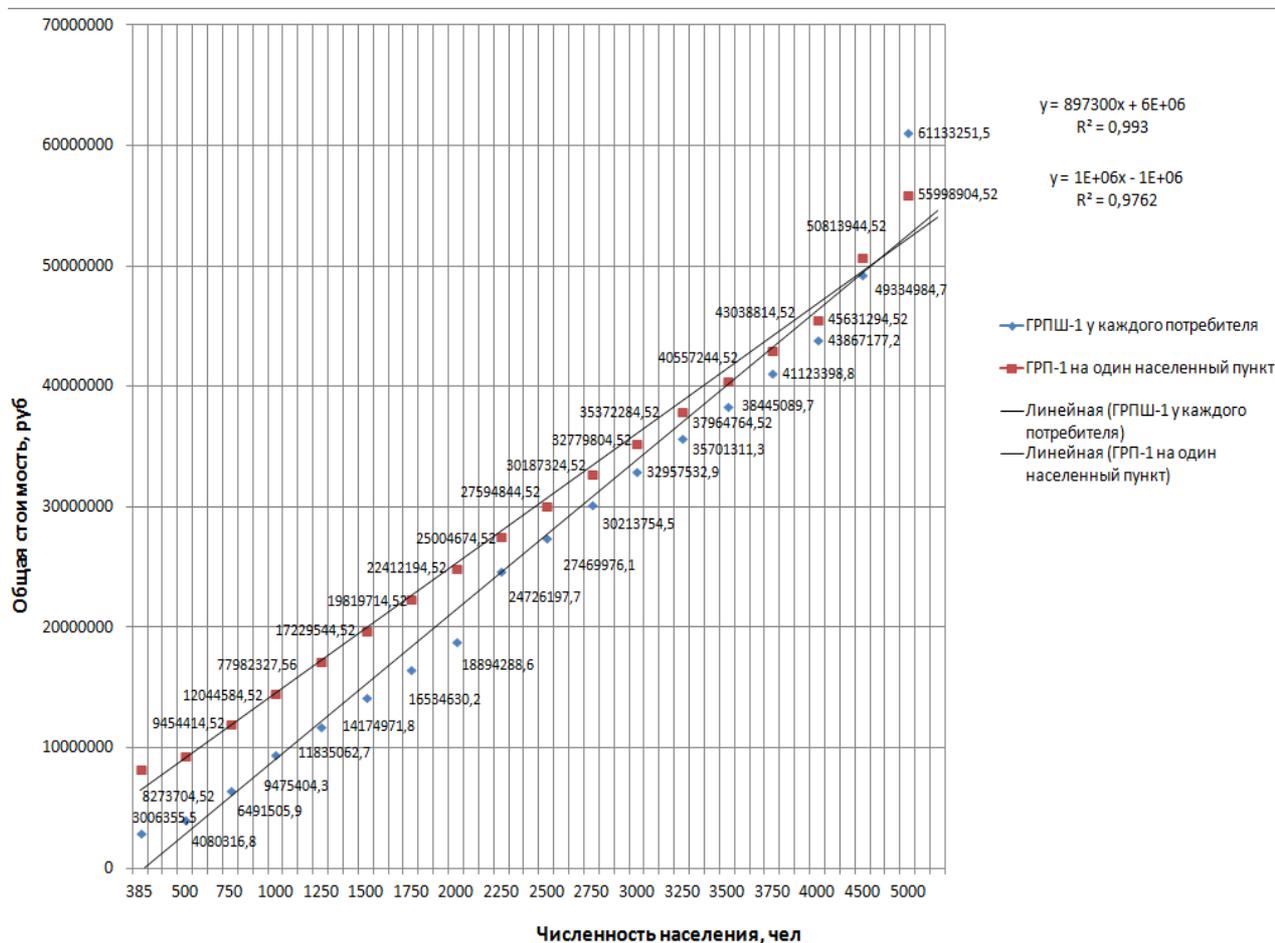


Рис. Диаграмма зависимости общей стоимости от численности населенного пункта.

1. Прайс-лист компаний ООО «Инвестстрой» [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <http://www.punktgaza.ru/price/> Дата обращения: 05.01.15.

## УСАДЬБА КАЗАНКОВА В ГОРОДЕ ВЕЛИКОМ УСТЮГЕ

*М.С. Акимова*

*И.К. Белоярская, научный руководитель, канд. арх., профессор*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Город Великий Устюг возник около середины XII века, на пути, связывающем Север с Уралом, Сибирь с Москвой. В прошлом – это торгово-купеческий город с только ему присущим бытом и со своим характером. Город возник на высоком холме, носившем название Гледен, у слияния рек Сухоны и Юга. В начале XIII века город Великий Устюг был перенесён с Гледенской горы на нынешнее место, называющееся прежде Чёрным Яром и Чёрным Прилуком [1].

Жилые здания – самый массовый вид построек, который играет значительную роль в создании архитектурного облика города [3]. В Устюге в конце XIX – начале XX веков архитектура была представлена в основном деревянными постройками.

В Великом Устюге сохранился уникальный памятник деревянной архитектуры – усадьба Казанкова, расположенный по улице Павла Покровского 8, 8а.

Улица Павла Покровского называлась Архангельской. В 1804 году когда было дано полное подтверждение на название новой улицы, ее стали застраивать, уже в XIX веке на улице Павла Покровского была размещена церковь и два монастыря. Сейчас улица Павла Покровского считается второстепенной.

Территория городской усадьбы Казанкова имеет форму близкую к прямоугольнику, вытянутому с севера на юг. В его северной половине стоит жилой дом, выходящий северным фасадом на красную линию улицы. Юго-восточнее дома, вдоль восточной границы участка расположен надворный флигель. Остальную территорию усадьбы занимает внутренний двор.

Покровского 8 – необычный для города образец жилого бревенчатого дома конца XIX века в формах эклектики, построен в 1885 году. Главным северным фасадом выходит на красную линию улицы. Здание выделяется трёхчастной композицией главного фасада с эркером, завершённым ложным мезонином с балконом.

Вынос кровли над балконом опирается на аркаду с точеными столбиками, перила балюстрады балкона – на крупные балясины. Над парадным входом также сделан балкон с балюстрадой из балясника.

Фасады обшиты тесом с калевкой и покрашены в светло-зеленый цвет. Ритм расположения окон на боковых фасадах подчинен внутренней структуре дома. Фасады завершает карниз простого профиля, имитирующий повал. Скромный наружный декор состоит из рамочных профилированных оконных наличников.

Внутри дом разделен на парадную, переднюю, часть и дворовую, в которой находились жилые и служебные помещения. В парадной части на первом этаже находились просторная прихожая и три комнаты, объединенные "круговым обходом". На втором этаже на уличный фасад выходили зал с эркером и небольшая гостиная. Часть дома продольной и поперечными стенами была разделена на различные по площади прямоугольные комнаты [2].

В доме сохранилась парадная лестница с балясинами, на втором этаже - двухстворчатые филеиные двери, некоторые из которых имеют остекление в верхней части. Двери парадного хода были украшены ромбовидными накладками. В доме было 13 голландских печей. На участке располагался колодец [2].

Флигель (П.Покровского 8а) стилистически нейтрален, построен в 1908 году. Его двухэтажный, прямоугольный объем сильно вытянут с севера на юг и дополнен на южном фасаде выступом тесовых сеней. Первый этаж флигеля кирпичный, покрыт известковой обмазкой, второй - бревенчатый, - рублен "в лапу". Северный фасад здания симметричен, в три оси окон, акцентирован крупным чердачным окном в виде мезонина под двухскатной кровлей. Этажи разделены простым карнизом, состоящим из набора полочек, образованных напуском кирпича. Фасад завершает карниз, форма которого имитирует повал. Наружный декор практически отсутствует [2].

Флигель имел два этажа: подвал и первый этаж – каменные, второй этаж – деревянный, двускатную крышу, 5 голландских печей и одну русскую. Во флигеле на первом этаже прежде находилась мастерская по обработке каменных плит, изготовлению гробов и гончарная мастерская. На втором этаже жили рабочие.

В данный момент оба объекта являются усадебным комплексом, категория историко-культурного значения не установлена. В доме №8 по улице П.Покровского нет водопровода, канализации, центрального отопления. Планировка дома изменена. Флигель разрушен, не используется.

1. Бочаров Г.Н. Сольвычегодск. Великий Устюг. Тотьма. / Г.Н. Бочаров, В.П. Выголов. – Москва : Искусство, 1983. – 334 с. : ил. – (Художественные памятники XII–XIX веков).

2. Паспорт усадьбы Казанкова из ГУК «Дирекция по реставрации и использованию памятников истории и культуры в Вологодской области».

3. Севан О.Г. Народное деревянное жилище Русского Севера : (Вологод. И Арханг. Обл.) автореф. дис. ... канд. архитектуры : специальность 18.00.01 – Теория и история архитектуры / Севан Ольга Георгиевна; Моск. архит. ин-т. – Москва : [б. и.], 1981. – 20 с.

## КОМПОЗИЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ИОАННО-ПРЕДТЕЧЕНСКОГО МОНАСТЫРЯ В ГОРОДЕ ВЕЛИКОМ УСТЮГЕ

*А.Н. Балахонцева*

*И.К. Белоярская, научный руководитель, канд. арх., профессор*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

В жизни Русского Севера Великому Устюгу суждено было сыграть определяющую роль. Основан город Устюг на стыке крупнейших рек этого края – Сухоны, Юга и Северной Двины близ древнего города Гледена. Точная дата основания города Устюга неизвестна, а первые летописные упоминания о нем относятся к 1207 году. Все упоминания об Устюге свидетельствуют о том, что в начале 13 века он был значительным городом, вероятно, ровесником Москвы, и представлял собой укрепленное окраинное поселение Владимиро-Суздальской земли. Во время татаро-монгольского нашествия леса и топкие болота водораздела стали для Северного края надежной защитой от Золотой Орды. Вот почему в этот труднейший период древнерусской истории Устюг избежал полного разорения. Однако завоеватели по всем русским городам расставили своих управителей для сбора дани.

В Устюг, по свидетельствам летописца, был назначен наместник Хана Батые татарский баскак Багуй (Буга). Из летописей известно, что в 1262 году Багуй взял у некоего крестьянина дочь Марию в наложницы, а в то время устюжане учинили восстание против татарской власти. Багуй испугался за свою жизнь, спешно обратился в веру и венчался с девушкой. После крещения он получил имя Иоанн. Однажды во сне ему явился Иоанн Предтеча и сказал ему поставить в его честь храм. «И поставил тогда Иоанн на Сокольей (Ивановской) горе монастырь новый, Иоанно-Предтеченский». Следуя советам жены, друзей и знакомых Иоанн построил на Ивановской горе церковь во имя рожества Иоанна Предтечи, а потом и Иоанно-Предтеченский монастырь.

В истории строительства этого монастыря можно выделить несколько основных этапов. Первая церковь, построенная на территории монастыря, была деревянной, но данные о ее внешнем виде не сохранились. Известно, что в 1672 году купцом А. Ф. Гусельниковым была построена новая теплая деревян-

ная церковь. В 1764 году Иоанно-Предтеченский мужской монастырь обращен в женский, с переводом в него инокинь из Спасо-Преображенского монастыря.

В 1695 году начинается новый этап в строительстве монастыря. Великоустюгским купцом А. В. Челбышевым было построено каменное двухэтажное здание церкви. Лицом к городу, над святыми воротами, находилась трехъярусная колокольня со шпилем, увенчанным яблоком и крестом. К святым воротам, по склону горы, была устроена каменная плиточная лестница. Под горой находилась небольшая деревянная часовня, принадлежащая монастырю. Кроме того в монастыре имелись больница и богадельня, странноприимный дом для приходящих издалека богомольцев, своя хлебопекарня. Обитательницы монастыря занимались золотошвейным и белошвейным ремеслами. Для мастерских в юго-западном углу монастыря был построен большой корпус. 2 октября 1900 года он сгорел, но в 1904 году был восстановлен. В 1899 – 1913 годах на территории монастыря велись большие строительные и ремонтные работы, был заложен новый храм. В 1888 году при монастыре открыто женское епархиальное училище (ныне политехникум). Монастырь был достаточно богат.

В конце 17 века начинается строительство наиболее интересного, главного храма Иоанно-Предтеченского монастыря. Спроектировал здание сосланный из Санкт-Петербурга в Великий Устюг архитектор Владимир Николаевич Курицын. В плане здание представляло собой симметричный крест. В истории устюжского каменного зодчества этому храму принадлежит особое место благодаря необычной форме его главного объема, выполненного в виде обширного, идущего прямо от земли восьмерика, несомненно, повторяющего в камне форму древнейших рубленых «округло» деревянных храмов. Храм этот имел два этажа с неизменным сдвигом пятигранных алтарных пристроек, а к его главному объему, по установившейся традиции, была пристроена трапезная. Однако общая композиция этого сооружения была весьма оригинальна: симметрично расположенные два придела в отличие от подобных композиций 17 века разместились здесь не с востока, а с запада и, примкнув к трапезной, фланкировали обращенный в сторону города главный фасад храма. В храм вели четыре входа, два основных (для прихожан) и два служебных. Над каждым входом имелось крыльцо с главкой. Центральный купол, в проекте имевший шлемовидное завершение, на самом деле построен был более вытянутым вверх. В средней части купола имелась широкая полоса, непокрытая железом. Судьба храма оказалась довольно трагичной: 11 июля 1921 года начался пожар, в результате которого сгорели леса и рухнул купол вновь построенного храма. Он был уничтожен недостроенным. Остатки погоревшего собора начали разбирать 10 марта 1927 года. Так город лишился весьма оригинального сооружения, признававшегося специалистами как не имеющего аналога.

После Октябрьской революции был закрыт. В здании мастерских находилась ремесленная школа с общежитием, но ее скоро закрыли. В августе 1924

года в оставшихся помещениях монастыря открывается 4-я щетинная фабрика, которая действует и сейчас. В настоящее время от всего монастырского комплекса остались лишь перестроенные корпуса келий да фрагменты ворот монастырской ограды. По Вологодской епархии монастырь числится в списке утраченных.

1. МУ «Великоустюгский центральный архив», Вологодские Епархиальные Ведомости, год 1877, часть официальная. – Вологда : Типография губернского правления.

2. Шильниковская В.П. Великий Устюг. – Москва, Стройиздат, 1987.

### **«ПЕРЕДВИЖНАЯ» РЕКОНСТРУКЦИЯ КАК ОДИН ИЗ МЕТОДОВ СОХРАНЕНИЯ ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ**

*К. Н. Баханец*

*Е.В. Пименова, научный руководитель, канд. арх., профессор*

*Ростовский государственный строительный университет*

*г. Ростов-на-Дону*

Проблема сохранения памятников архитектурного наследия особенно актуальна в настоящее время как в России, так и в других странах мира.

В архитектурной практике существует несколько видов реконструкции: частичная реконструкция, полная реконструкция и передвижная реконструкция.

Под частичной реконструкцией подразумеваются работы, которые не требуют полного прекращения функционирования реконструируемого объекта. В данном случае может проводиться проектирование, переделка жилых помещений, находящихся на территории здания.

Полная реконструкция - полное восстановление функционирования реконструируемого объекта. В ходе реконструкции разрабатывается, предварительно план изменений. Производится замена различного оснащения сооружений.

Существует еще один вид — передвижная реконструкция. Данный способ реконструкции включает, перенос сооружения на новое место в соответствии с градостроительными задачами. Как правило, передвижение памятника архитектуры преследует цель перепланировки городской среды, чтобы расширить, проложить новые улицы, без уничтожения исторически-важного объекта.

Актуальность метода передвижной реконструкции продиктована, прежде всего, стремительным развитием автотранспорта, из-за которого, как правило, требуется расширение и прокладка новых магистралей, и одновременное, сохранение зданий, имеющих историческое значение в городской застройке.

Работы по перемещению различных крупнотоннажных элементов требуют индивидуальных решений и расчетов, т.к. они всегда уникальны. В основе метода передвижения используют, как правило, «катучие опоры», именно они обеспечивают снижение нагрузок при перемещении. Это позволяет во множество раз снизить усилия, необходимые для перемещения.

Таким образом, из всего вышесказанного можно сделать вывод, что передвижная реконструкция является лучшим, а порой единственным способом сохранения памятника архитектуры.

1. Афанасьев А.А., Матвеев Е.П. Реконструкция жилых зданий. Часть II. Технологии реконструкции жилых зданий и застройки. – Москва, 2008.

## **КОМПОЗИЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ЖЕНСКОГО МОНАСТЫРЯ В ГОРИЦАХ КИРИЛЛОВСКОГО РАЙОНА**

*О.П. Башмакова*

*И.К. Белоярская, научный руководитель, канд. арх., профессор  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Из монастырей, расположенных вблизи Кириллова, интересен своими древностями Горицкий монастырь. Он находится в 7 километрах от города, на берегу реки Шексны, у подножия горы Мауры, господствующей над окрестностями.

Воскресенский Горицкий монастырь представляет собой архитектурный ансамбль 16-19 веков. Устройство его связано с именем княгини Ефросиньи, супруги последнего удельного князя Андрея Старицкого, младшего сына Ивана III. В течение первых двух с лишним столетий своего существования далекий от столичных политических бурь монастырь на Шексне был не только местом духовных подвигов искавших спасение души насельниц, но и местом насильного пострижения и заточения жен и родственниц знаменитых лиц, подвергнутых опале. «Здесь золото, серебро, жемчуг, шелки, ткани – все покорилося благолепию вкуса женского. Все эти ризы, воздухи, пелены – труды обители», - писал посетивший монастырь в 1847 году русский литератор и историк С.П. Шевырев.

Основа соборного комплекса, его смысловой центр - храм во имя Воскресения Христова. Остальные постройки группируются вокруг него, осваивая пространство по спирали. Из сохранившихся построек монастыря особенно интересен соборный храм Воскресения, сооруженный княгиней Ефросиньей в 1544 году. Очевидно, традиционное кубическое трехапсидное здание на подклете, с четырьмя столбами, поддерживающими своды, первоначально было двуглавым.

Следование древним традициям проявляется и в наружном убранстве храма. Характерный северный декор, украшающий верхние части стен, алтарные апсиды, барабан главы, состоит из керамических балясин и нишек. Сами элементы декора отличаются при этом несколько упрощенным характером. Архитектура собора производит впечатление более простой, даже примитивной по сравнению с другими храмами Белозерья. Это дает основание считать, что здание возводили местные мастера. У храма два придела. Один из них - теплая церковь Одигитрии - была сооружена одновременно с собором. Другой придел, Дмитрия и Екатерины, заложенный царицей Марией Нагой в память об убитом сыне царевиче Дмитрие, был сооружен в 1611 году. От колокольни придела сохранились только остатки основания. Другие постройки монастыря более позднего происхождения. Предположительно в конце XVIII века к храму была пристроена двухэтажная трапезная с колокольней. В первой половине XIX века, в пору игуменства Маврикии, над могилами инокинь Ефросиньи и Юлиании был возведен монументальный Троицкий собор в духе позднего классицизма с большим куполом. Вне монастырской ограды, на вдающемся в Шекснун мысу, находится Введенская церковь, построенная в 1861 году в качестве приходской. В советское время она была последней закрыта и первой вновь открыта как действующий православный храм.

В настоящее время православная женская обитель в стенах охраняемого государством архитектурного ансамбля возрождена, старинные монастырские постройки восстанавливаются и вновь наполняются монашествующими.

1. Коновалов Ф.Я. Кириллов : Историко-краеведческий альманах. – Вып. I. – Вологда : Издательство «Русь», 1994.

## СОВРЕМЕННЫЕ ПРИЕМЫ РЕКОНСТРУКЦИИ ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ ПОД ЗДАНИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

*Л.К. Беликова*

*Е.В. Пименова, научный руководитель, кандидат арх., профессор*  
Ростовский государственный строительный университет  
г. Ростов-на-Дону

На сегодняшний день очень актуальным является реконструкция памятников архитектурного наследия под здания различного функционального назначения. Здания приспособливают под жилые, общественные, промышленные и другие функции, наиболее востребованной стала – общественная.

Памятники архитектурного наследия, а именно здания, которые к ним относятся, принадлежат к объектам, охраняемым законом. Вопрос о реконструкции памятника архитектурного наследия, о его переустройстве, преобразовании архитектурными средствами с целью использования в современных условиях т. е. возвращения ценности объекта, рассматривается в Федеральном законе (п. 14 в ред. Федерального закона от 28.11.2011 N 337-ФЗ).

Здания, относящиеся к памятникам архитектурного наследия необходимо сохранять. Анализ опыта проектирования и натурное обследование показали, что большая часть таких зданий нуждается в реконструкции.

Реконструкция зданий – это изменение параметров объекта капитального строительства, его частей (высоты, количества этажей, площади, объема), в том числе надстройка, перестройка, расширение объекта капитального строительства, а также замена и (или) восстановление несущих строительных конструкций объекта капитального строительства, за исключением замены отдельных элементов таких конструкций на аналогичные или иные улучшающие показатели таких конструкций элементы и (или) восстановления указанных элементов [1].

Тысячи памятников по всей России – в рамках закона – приспособлены для современного использования, отремонтированы, в них созданы комфортные условия для жизни и работы людей, они используются отнюдь не только в музейных целях, но и под общественные центры, офисы, рестораны, производственные мастерские и т.п. Приспособление памятника к современным условиям и его использование обеспечивает его сохранение.

Большинство памятников архитектурного наследия, нуждающихся в реконструкции, находится в районах старой застройки. Причиной их реконструкции, чаще всего, является моральный износ, даже если по физическому состоянию имеется достаточный запас прочности.

Одной из основных задач при реконструкции памятника архитектурного наследия является учет его исторической значимости.

Историческая значимость объекта позволяет определить современную функцию здания, а следовательно, работу над его формой и содержанием, а значит, и степень реконструкции. Оболочка здания может остаться в первоначальном виде, а все внутреннее содержание поменяется, т. е. появятся новые внутренние стены, перекрытия и покрытие здания, которые будут удовлетворять новой функции. Натурное обследование памятников архитектурного наследия в исторической части города показало, что чаще всего такие здания, или их часть, реконструируют под общественную функцию. Возникла необходимость в систематизации полученных данных, в выявлении приёмов реконструкции памятников архитектурного наследия под общественную функцию, что определяет научную новизну и практическую значимость работы.

На основании теоретических исследований и анализа опыта проектирования и реконструкции выявлены основные приемы реконструкции памятников архитектурного наследия под общественную функцию:

1. Первый приём - это максимально возможное сохранение объёмно-планировочных и конструктивных решений реконструируемого памятника истории и культуры. Такое мероприятие сохраняет на долгие годы облик здания с минимальными переделками. На практике допускается лишь частичный перенос перегородок.

2. Второй приём - состоит в развитии существующей функции объекта, таких как, культовая, архивная, библиотечная, музейная, административная, лечебно-профилактическая, учебная и т.д., которые сконцентрированы в центральной части города. Такая реконструкция затрагивает и городскую среду, создаёт рациональное размещение и доступность объектов общественного назначения. Реконструкция здания осуществляется за счёт строительства дополнительных пристроек, надстроек и отдельно стоящих зданий. При проектировании новых объёмов важно сохранить стилевое единство, масштабность застройки и цветовое решение.

3. Третий приём - создание и развитие новой функции, которая не свойственна объекту реконструкции. Эта задача наиболее выполнима для крупных зданий с большими зальными помещениями. Так как чаще всего новые функции применяются в зданиях промышленного и транспортного назначения, в малоэтажных жилых домах. Большую распространённость имеет процесс изменения функции и размещения офисов, магазинов, банков и др.

Таким образом, выявленные приёмы реконструкции памятников архитектурного наследия под здания общественного назначения позволяют выбрать направление самой реконструкции, сохранить здание, создать комфортную общественную среду прилегающей к нему территории, подарить новую жизнь объекту своим функциональным назначением.

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации, от 29.12.2004 № 190-ФЗ. ред. от 04.03.2013. (с изм. и доп., 15.03.2013). URL:<http://kzrf.ru/gskrf.html>

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ХУДОЖЕСТВЕННОГО ОБРАЗА СВЯТО-ДУХОВА МОНАСТЫРЯ

*Н.А. Белоглазова*

*И.К. Белоярская, научный руководитель, канд. арх., профессор*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Свято-Духов монастырь – упразднённый мужской монастырь в Вологде. Находился в историческом районе Нижнем посаде, на берегу реки Содемки. В его территорию включался собор Сошествия Святого Духа, Знаменская церковь, накладезная часовня и часовня при вратах монастыря. На территории монастыря было кладбище, пруды, парковые аллеи, где в день Святого Духа проводились народные гуляния. Во владении монастыря имелось 7 сенокосных дач, мукомольная водяная мельница. В советское время Свято-Духов монастырь был полностью разрушен. На месте снесенного кладбища располагается стадион «Динамо» и учреждения ФСБ, а в оставшейся части находится «Центр сервисного обслуживания спецтехники и средств связи». В настоящее время территория бывшего монастыря стала закрытой.

Целью данной статьи является выявление периода развития монастыря, который наиболее полно отражает сложившийся художественный образ; и включает в себя предложение о восстановлении всего памятника архитектуры или некоторых его частей в настоящем времени.

Монастырь был основан в начале XVII века святым Галактионом Вологодским и первоначально назывался Галактионовою пустынью [1]. Позднее он именовался как Спасо-Каменный, потому что в 1775 году сюда было переведено братство и имущество Спасо-Каменного монастыря, бывшего на Кубенском озере и упраздненного после пожара [2]. Первыми были построены деревянная часовня и две келии при ней. Архиепископ Варлаам велел написать житие преподобного и построить деревянную церковь Знамения Пресвятой Богородицы – двухэтажная, пятиглавая, четырехпрестольная. Затем храм заменили каменной постройкой, которая была разобрана по причине ветхости и пожара в 1854 году. На ее месте в 1861–1867 гг. возвели новую теплую церковь. Она была до основания уничтожена в 1930-е годы. Весь строительный материал, включая кирпичный фундамент и даже бутовые камни, повторно направлены на строительные нужды. В 1654 году на средства, пожертвованные царем Алексеем Михайловичем, рядом с местом духовного подвига преподобного возведен каменный соборный храм в честь Сошествия Святого Духа - одноэтажный, пятиглавый, холодный, однопрестольный. В 1810 - 1811 годах с западной стороны, против алтаря над колодцем, пристроена колокольня. Трехъярусная, тосканского ордена, восьмиугольная, готической архитектуры с

девятью куполами. В 1871–1872 гг. церковь и колокольня были обновлены и капитально отремонтированы. В советское время собор лишился своего пятиглавия и колокольни. На месте колокольни частично расположен дом. Около 1800 года монастырь был обнесен каменной стеной с круглыми угловыми башенками и главными Святыми воротами, пристроенными на восточной оградной. При них, с наружной по правую сторону, в 1868 году была устроена каменная часовня с иконами и кружкой для пожертвований в обитель. Святые ворота и каменная стена уничтожены в 1960-е годы при строительстве пятиэтажного дома по адресу ул. Герцена, 14, с магазином «Океан» на первом этаже. Также частично сохранился корпус настоятельских и братских келий (к северу от Знаменской церкви) и каменные, в одной связи, хозяйственные постройки (к северо-востоку от настоятельско-братского корпуса).

В заключение, можно отметить, что наибольший расцвет монастырь получил в период с 1867 по 1883 гг. На сегодняшнее время полностью восстановить архитектурный образ монастыря невозможно, в связи с утратой большого количества построек и застройкой бывшей монастырской территории современными зданиями (застройкой территории бывшего монастыря современными жилыми зданиями) и размещением городского стадиона на бывшем кладбище монастыря. Можно произвести реконструкцию единственного сохранившегося здания - Собора Сошествия Святого Духа, являющегося памятником историко-культурного наследия. Вернуть колокольню и главки, сделать косметический ремонт, перевести центр сервисного обслуживания в другое место и открыть собор для богослужений.

1. Сойкин П. П. Вологодский Свято-Духов монастырь // Православные русские обители: Полное иллюстрированное описание православных русских монастырей в Российской Империи и на Афоне. – Санкт-Петербург : Воскресение, 1994. – С. 73-74.

2. Лебедев Василий Константинович. От Вологды до Ульянова монастыря, на дальнем севере у зырян / В. Лебедев //Областной историко-археологический съезд. Труды. – 1914. – С. 42-129.

**ЭВОЛЮЦИЯ АНСАМБЛЯ КИРИЛЛО-БЕЛОЗЕРСКОГО МОНАСТЫРЯ****В.В. Васильева***И.К. Белоаярская, научный руководитель, канд. арх., профессор*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Кирилло-Белозерский монастырь основан на берегу Сиверского озера в 1397 году монахом московского Симонова монастыря Кириллом. Среди древнерусских архитектурных ансамблей Кирилло-Белозерский монастырь занимает особое место не только благодаря своим масштабам, но и благодаря своей сохранности. Из одиннадцати каменных храмов до нас дошло десять.

Преподобный Кирилл происходил из знатного московского боярского рода Вельяминовых. Он прошел путь от пострижника до архимандрита в московском Симоновом монастыре, однако отказался от высокого чина и в возрасте 60 лет отправился в Белозерье, где и основал обитель.

До конца XV века строительство в монастыре велось только из дерева, но уже к этому времени, очевидно, сложилась основа планировочной структуры центральной части существующего комплекса. В центре монастыря стояла небольшая деревянная церковь в честь Успения Богоматери (1397 г.). Вокруг церкви группировались келейные и хозяйственные постройки, обнесенные оградой.

С 1497 года с возведением Успенского собора на месте деревянной церкви в монастыре началось каменное строительство. В течение последующих столетий деревянные сооружения были почти полностью заменены каменными, причем многие постройки были возведены на новых, ранее не застроенных территориях, благодаря чему общая площадь монастыря значительно расширилась. Вслед за Успенским собором были построены трапезная с церковью Введения (1519 г.), Святые ворота и казенная келья (1523г.). В 30-е годы XVI века монастырь становится ружным княжеским богомольем и вступает в постоянные сношения с Москвой. В течение XVI века был возведен целый ряд каменных построек- церковь архангела Гавриила (1531 г.), колокольня, приделы Владимира (1554 г.) и Кирилла (1585 г.) к Успенскому собору, надвратные церкви Иоанна Лествичника (1572 г.) и Преображения (1595 г.), поварня, казенная палата, кузница, котельная палата. Погребя с сушилами и некоторые другие хозяйственные постройки.

После сооружения Преображенской церкви строительная деятельность монастыря приостановилась. В связи с нашествием на Русь польско-литовских войск больших пожертвований в казну обители уже не поступало. И только с середины XVII века возобновляется строительство внутри монастыря: в 1645 году сооружается церковь Епифания, а в 1653 году при большой больничной

палате — шатровая церковка св. Ефимия с маленькой однопролетной звонницей над крышей трапезной. Тогда же возводится и домик келаря — одно из интереснейших, прекрасно сохранившихся произведений гражданского зодчества той поры.

К юго-западу от Успенского монастыря, расположен Ивановский монастырь. Образование его было ознаменовано постройкой церкви Иоанна Предтечи (1531 года) в память рождения Ивана Грозного.

По занимаемой площади Ивановский монастырь на много меньше Успенского. На его территории размещаются всего лишь несколько построек, из которых каменными вначале были только главная церковь — Иоанна Предтечи и небольшая трапезная с церковью Сергия Радонежского. Малая больничная палата, находящаяся у крепостной стены, за церквами, была сооружена значительно позже — в 30-х годах XVIII века.

Все сооружения Кирилло-Белозерского монастыря, как уже указывалось, окружены каменными стенами. История создания их сложна. Первые стены монастыря были деревянными и представляли собой, видимо, высокий бревенчатый частокол. По мере расширения обители появилась необходимость в более сильных оборонительных укреплениях. Уже в XVI веке началась постройка каменных стен.

Сооружение Нового города — последний этап в строительстве Кирилло-Белозерского монастыря. С конца XVII века обитель утрачивает свое былое значение.

Таким образом, ансамбль Кирилло-Белозерского монастыря — ценнейший памятник древнерусского зодчества. Каждое сооружение монастыря, будь то храм, трапезная палата или просто стена, органично входит в архитектуру всего комплекса.

1. Кириллов: ист.-краевед. альм. / Кирилло-Белозер. ист.-архитектур. музей-заповедник, Вологод. гос. пед. ин-т; [гл. ред. Ф. Я. Коновалов]. — Вып. 6. - 2005.

2. Кочетков И.А., Лелекова О.В. Кирилло-Белозерский монастырь. — Москва, 1978.

## ПРИНЦИПЫ РЕКОНСТРУКЦИИ ЖИЛЬЯ ПЕРИОДА СОВЕТСКОГО АВАНГАРДА НА ПРИМЕРЕ ЛЕНИНГРАДСКИХ ЖИЛМАСИВОВ

*К.А. Волков*

*Е.Н.Баулина* научный руководитель, доцент

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный  
университет  
г. Санкт-Петербург

Научно-исследовательская работа посвящена вопросам реконструкции и реставрации конструктивистского жилья на примере ленинградских жилмассивов 20-х годов XX-го века. Проанализирован мировой и отечественный опыт создания социального жилья в начале XX-го века. Исследованы социальные и градостроительные аспекты. Предложены принципы реконструкции в соответствии с современными требованиями к жилью и сохранением исторического архитектурного облика зданий.

В 20-х годах XX-го века остро встал вопрос обеспечения жильем ленинградских рабочих. Новое жилье должно было стать революционным, соответствовать требованиям того времени, быть современным и комфортным. За аналоги были взяты европейские модернистские кварталы того времени, такие как немецкие зидлунги и австрийские гемайденбау. Особое внимание уделялось организации внутриквартальных пространств, инсоляции помещений и созданию зданий с общественной функцией.

В настоящее время рассматриваемые жилмассивы не соответствуют современным требованиям комфортного жилья, многие находятся в плохом техническом состоянии и отличаются от изначальных проектов в благоустройстве и цветовом решении фасадов, хотя являются охраняемыми памятниками архитектуры. Европейские аналоги ленинградских жилмассивов также являющиеся архитектурным наследием, находящимся под охраной, реконструированы и регулярно реставрируются, благодаря чему находятся в очень хорошем состоянии.

Проектное решение предусматривает реставрацию зданий, перепланировку квартир для комфортного проживания, создание подземных парковок, восстановление благоустройства в соответствии с исходными проектами, организацию общественных пространств, решение социальных проблем и разработку общих принципов реконструкции и реставрации конструктивистских жилмассивов.

Рассматриваемые жилмассивы можно условно разделить на две группы по времени их строительства. Жилмассивы постройки 1925 года и жилмассивы постройки после 1927 года существенно отличаются архитектурой и планировкой внутриквартальных пространств. Для более подробного рассмотрения

в научно-исследовательской работе взяты примеры двух периодов строительства с проектным предложением для каждого.

Жилмассив рабочих текстильщиков является типичным примером первых ленинградских жилмассивов, строительство которых началось в 1925 году. «Необычный по планировочной структуре ансамбль малоэтажных домов выдержан в стилистике, переходной от упрощенного неоклассицизма к раннему авангарду.»[1] Эти жилмассивы отличает малая этажность (2-3 этажа), низкая плотность застройки и особое внимание к организации внутриквартальных пространств. В границы охраны таких жилмассивов обычно входит всё благоустройство, поэтому единственным решением может быть только их реставрация и восстановление согласно исходным проектам.

Тем не менее, требуется перепланировка квартир в связи с их моральным износом. В большинстве квартир не были предусмотрены ваннные комнаты и кухни, так как планировалась общественная организация быта, строились бани и фабрики-кухни. Организация большого количества парковочных мест которая не допустима на территориях жилмассивов, возможна за счет прилегающих территорий.

Жилмассивы более позднего строительства рассмотрены на примере РЖСКТ «Текстильщик». Часто они не были закончены в связи с запретом на конструктивизм и не соответствуют исходным проектам. Благодаря тому, что граница охраны памятника в рассматриваемом жилмассиве проходят вдоль линии застройки, мы можем использовать территории которые должны были предусмотрены изначальным проектом для его восстановления и адаптации для современных требований. На этих территориях проектным решением предусмотрено создание общественного здания, аллеи, которая не была создана в связи с прекращением строительства жилмассива и подземной парковки.

Рассматривая жилмассивы двух периодов строительства, мы можем выработать общие принципы реконструкции для аналогичных жилмассивов периода авангарда.

1. Кириков Б.М., Штиглиц М.С. Архитектура ленинградского авангарда: Путеводитель / Б. М. Кириков, М. С. Штиглиц; Правительство Санкт-Петербурга, Комитет по государственному контролю, использованию и охране памятников истории и культуры. – Санкт-Петербург : Коло, 2008. –384 с.

## УСЛОВИЯ СОХРАННОСТИ ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРЫ В ПРОЦЕССЕ РЕСТАВРАЦИИ И РЕКОНСТРУКЦИИ

*И.Д. Волчек*

*Е.В. Пименова*, научный руководитель, канд. арх., профессор  
Ростовский государственный строительный университет  
г. Ростов-на-Дону

*Наибольшей похвалы заслуживает тот архитектор,  
который умеет соединить красоту с удобством для жизни.  
Джованни Лоренцо Бернини*

Современное производство работ по реставрации и реконструкции памятников архитектуры и градостроительства часто осуществляется не из научно-исторических соображений, а в интересах ряда организаций, которые «приспосабливают» объект реставрации под свои ведомственные цели.

Для устранения такого утилитарного подхода при работе над объектом восстановления необходимо руководствоваться научной, культурной значимостью и уникальностью здания. Большое внимание следует уделять практике реставрации, так как практика является базой для создания теоретического обоснованного проекта выбора и определения реставрационных работ. Практические обоснования с привлечением исторических авторитетов и документов составляют основу доказательств необходимости восстановления объекта.

В работе над проектом необходимо учитывать целый ряд условий сохранности зданий и сооружений: сохранение исторического своеобразия фасадов и планировки, возможность застройки в архитектурно-исторической среде новых зданий с полной увязкой к старинным, исключение диссонирующих построек, обеспечение исторических зданий современными инженерными и коммунальными системами, эффективное использование новейших строительных материалов при восстановлении прежних форм памятника, наибольшее сохранение исторических архитектурных, художественных, скульптурных элементов. Качество работы зависит от достоверности воссоздания авторского исполнения, целостности архитектурно-эстетического образа. Немаловажные условия в реставрационном процессе – масштабность, лаконичность образов, гуманизм, силуэтность, взаимосвязь с ландшафтной средой.

Научный подход к производству реставрационных работ включает выполнение натурных исследований, обмеров, лабораторных анализов, выполнение целого ряда геодезических работ, специальных экономических и сметно-финансовых расчётов, применение в очистке древних материалов инструментов, сохраняющих первоначальную фактуру.

Реставрация-реконструкция расширяет границы научно-методологических основ от точечных реставраций-реконструкций к постановке задач по изменению систем городской застройки. Рациональный подход к работам – системное решение объёмно-пространственных и градостроительно-планировочных структур городской застройки.

Таким образом, необходимо уделять большое внимание сохранности памятников архитектурно-исторического наследия, сохраняющих свою материальную и гуманистическую ценность в современных процессах урбанизации и индустриализации. Ежегодно в России и за рубежом увеличиваются объёмы реставрационных и реконструкционных работ, возникают специализированные реставрационные мастерские с высококвалифицированными в области архитектуры специалистами, создаются общественные движения охраны памятников архитектуры. Основное требование – сохранить и не нарушить историческую подлинность решений, декоративных элементов и исторической застройки в процессе реконструкции, реставрации, консервации архитектуры.

1. Пруцын О.И., Рымашевский Б., Борусевич В. Архитектурно-историческая среда. – Москва : Стройиздат, 1998. – 408 с.:ил.
2. Подъяпольский С.С., Бессонов Г.Б., Беляев Л.А., Постникова Т.М. Реставрация памятников архитектуры. – Москва : Стройиздат, 2014.

## **РЕКОНСТРУКЦИЯ УСАДЬБЫ СПАССКОЕ-КУРКИНО В ПОСЁЛКЕ КУРКИНО ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

*С.С. Голубева*

*И.К. Белоярская, научный руководитель, канд. арх., профессор  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Интерес к русской усадьбе как к объекту профессионального изучения историками архитектуры, искусствоведами, литераторами появился в России в конце XIX века, когда сами дворянские усадьбы уже пережили свой золотой век.

На территории Вологодской области также находилось огромное количество усадебных комплексов. В 25 верстах от Вологды на северо-западе Вологодского уезда, Несвойской волости находится деревня Куркино.

Первое упоминание деревни Куркино относится к периоду польско-литовского нашествия. В описании за 1613 год эта деревня значилась в городском стане и состояла из 6 дворов. А уже в середине XVIII в. сельцом Куркино, в котором имелся деревянный господский дом, владел артиллерийский офицер Алексей Михайлович Резанов.

История постройки усадьбы Спасское-Куркино представляется так: вслед за деревянным особнячком Ф.Д. Резанов, внук А.М. Резанова, возвёл одно за другим все здания усадьбы. Тот общий архитектурный стиль, родственное происхождение хотя бы по силуэту всех зданий свидетельствует о едином направляющем вкусе. Может быть, только въездные ворота с флакштоком, грубоватые по формам, выделяющиеся от других построек, выстроены позднее, в Николаевские времена, когда вкусы резко изменились, и Фёдор Дмитриевич им подчинился, или же ворота возведены его сыном Дмитрием Фёдоровичем [1].

Спасское-Куркино – одна из наиболее примечательных художественно вологодских усадеб, она полна редкого очарования прошлого. Это неповторимый образец ценного памятника провинциальной дворянской архитектуры. Все основные постройки имения в стиле зрелого классицизма были начаты в 1810-1820 годы, а закончены только в 1831.

Целью данного проекта реставрации является восстановление усадьбы Спасское-Куркино, возвращение архитектурной ценности усадебного комплекса с приспособлением под новые, современные функции.

Наиболее оптимальное решение сохранения усадьбы Спасское-Куркино – восстановление с организацией на его базе музейного комплекса и туристического центра.

Идея организации на базе усадьбы музея у большинства жителей и гостей деревни находит поддержку. Кроме того, есть предложения организации мастер-классов, установке сувенирных лавок, проведении праздничных мероприятий: балов, концертов. Всё это позволит привлечь туристов, людей с разных областей, благодаря чему Куркино приобретёт новую жизнь. Сегодняшнее состояние сохранившегося комплекса дворянской усадьбы вызывает опасения за его дальнейшую судьбу. Барский дом не эксплуатируется. Утрачена терраса на северном, южном и восточном фасадах, изменена цветовая гамма здания, заложены дверные проёмы и взамен установлены окна, выполнены многочисленные поздние перегородки внутри помещений, утрачены декоративные наличники на окнах, отсутствуют многочисленные печные трубы.

Кроме главного дома немаленьких размеров до наших дней сохранился лишь каменный флигель. Он сохранил первоначальный цвет фасадов: желтые стены и белые пилястры. Деревянные крыльца, заложённые окна, хозяйственная пристройка с восточной стороны мешают целостному восприятию исторического здания. Флигель заселён жителями, что не лучшим образом сказывается на физическом состоянии объекта.

Его деревянный двойник в мае 2013 года уничтожен пожаром. Остатки фундаментов и частично сохранившиеся печи позволяют определить его историческое местоположение.

До неузнаваемости переделано, но стоит на своем месте здание «музыкантского павильона», а его двойник зафиксирован лишь на найденной фотографии у старых жителей Куркино.

Выстроены они были небольшими деревянными особнячками, довольно изящными в своих крошечных пропорциях. Три окна по фасаду, фронтоны с полукруглым слуховым окном, две пары пилястр отражали хороший вкус хозяев и мастерство строителей.

Медленно умирает куркинский парк, разбитый крепостными садовниками дворян Резановых ещё в XVIII веке. В нём сохранились три пруда, которые соединены друг с другом протокой. Они нуждаются в чистке, их поверхность полностью затянута тиной. Территория парка захламлена бытовым мусором, имеются хаотично растущие деревья и кустарники.

На месте конюшни и скотного двора – Дом культуры 70-х – 80-х годов прошлого века.

На основании проведенных исследований для воссоздания усадебного комплекса наиболее целесообразно будет использовать метод реконструкции исторических кварталов (улиц, ансамблей).

Ремонтно-реставрационные работы на архитектурном и историческом ансамбле следует выполнять с учётом сложившейся на протяжении нескольких веков исторической застройки, рассматривая ансамбль как единый архитектурно-исторический памятник (т. е. единое здание), а отдельные сооружения как фрагменты и детали единого здания.

При восстановлении усадьбы Спасское-Куркино предусматривается сохранение усадебного комплекса и включение его в современную жизнь путём приспособления его для туристических целей.

1. Евдокимов И.В. Куркино: [рукопись] / И.В. Евдокимов. – Б.м.: Б.и., б.г. – 24 с.

2. Пруцын О.И. Реставрационные материалы: учебник для вузов. – Москва : Институт искусства реставрации, 2004. – 264 с.

## ПРИМЕНЕНИЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО ОЗЕЛЕНЕНИЯ ФАСАДОВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ

*Д.И. Докудовская, А.Ю. Ковтун*

*Е.В. Пименова, научный руководитель, канд. арх., профессор*  
Ростовский государственный строительный университет  
г. Ростов-на-Дону

Существует немало выдающихся архитектурных зданий и сооружений, как общественного, так и жилого назначения, которые, к сожалению, на сегодняшний день находятся не в лучшем состоянии. Это объясняет современную тенденцию реконструкции и реставрации территорий и зданий старой застройки. Во многих городских районах практически не предусмотрена или существует, но в недостаточном количестве, система озеленения. В связи с этим, одним из актуальных направлений реконструкции застройки является увеличение озелененной площади как городской среды, так и самих зданий.

Проблема недостаточности озеленения существует в разных странах. Ещё в 1994 году в г. Манчестере (Великобритания) на «Глобальном экономическом форуме-94» особое внимание уделялось определению новых подходов к решению экологических проблем городской среды. Одним из предложенных методов стало вертикальное озеленение фасадов зданий как при новом строительстве, так и при реконструкции.

На основе анализа опыта проектирования и реконструкции зданий были выявлены основные преимущества метода вертикального озеленения фасадов зданий. Во-первых, при правильном подборе растений, можно защитить стену от сырости, загниваний, образования плесени. Во-вторых, применение вертикального озеленения позволит регулировать тепловой режим здания и предотвращать нагрев стен. В-третьих, растения будут выступать в качестве природного фильтра от внешнего загрязненного воздуха (например, от транспорта), и создавать комфортный микроклимат для пребывания людей внутри здания. В-четвёртых, озеленение выполняет декоративную функцию, украшает, преобразует фасад здания.

При реставрации фасадов зданий памятников архитектурного наследия необходимо устраивать озеленение на фасадах, без ущерба для архитектурного решения и технического состояния фасада, а также имеющее надлежащий внешний вид и надежную конструкцию крепления. Принятые решения необходимо согласовывать с Комитетом по государственному контролю, использованию и охране памятников истории и культуры.

Таким образом, применение вертикального озеленения фасадов зданий при реконструкции позволит не только улучшить само здание, но и решить ряд экологических проблем.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ РАЗРУШЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ

*А.А. Заозерская*

*Л.М. Вороний, научный руководитель, канд. хим. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В реставрационной практике широкое применение находит древесина. Как строительный материал древесина обладает ценными свойствами: высокой прочностью, пластичностью, легкостью в обработке, долговечностью. Однако из-за особенностей физических и химических свойств этот материал в условиях циклических изменений влажности подвергается физическому и химическому разрушению – процессам гниения. Известно, что процессы гниения сопровождаются гидролизом, деструкцией основного компонента древесины – целлюлозы.

В результате процессов деструкции древесины образуются растворимые формы сахаров, которые в кислой среде вымываются из древесины и количественно определяются с помощью аммиачного раствора гидроксида меди. Чем больше степень разрушения древесины, тем большее количество образуется свободных, несвязанных сахаров. В связи с этим была поставлена цель: разработать новый способ определения степени разрушения древесины с помощью аммиачного раствора гидроксида меди.

Преимуществом нового способа определения степени разрушения древесины являются:

1. Простота эксперимента, позволяющая моделировать степень разрушения.
2. Данный способ для древесины не является разрушающим, одновременно выполняет функцию биозащиты древесных материалов.
3. Применение данного способа позволяет разрабатывать мероприятия для консервации древесины.

Объектами исследования являются образцы ели, которые подвергались в лабораторных условиях в течение двух лет гниению, и новые образцы ели без признаков разрушений. Для достоверности экспериментальных данных повторяемость опытов равна семи.

Для увеличения скорости гниения образцы с целью глубокой пропитки выдерживаются в воде в течение суток, помещаются во влажную камеру — эксикатор для создания влажной среды. При высокой влажности и при средней температуре 15-20 С° при отсутствии света начинается процесс гниения. Глубину процессов гниения определяют через временной промежуток — 2 месяца в течение двух лет. Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о зависимости содержания водорастворимых сахаров в древесине в зависимости от глубины гниения. Результаты эксперимента представлены в таблице.

Таблица

**Процент концентрации редуцирующих сахаров**

№ образца	% концентрации редуцирующих сахаров					
	2 мес.	4 мес.	6 мес.	8 мес.	10 мес.	12 мес.
1 «а»	0,002	0,008	0,012	0,024	0,092	0,102
«б»	0	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002
2 «а»	0,0018	0,0075	0,013	0,028	0,099	0,124
«б»	0	0,0011	0,0011	0,0019	0,002	0,002
3 «а»	0,0023	0,0082	0,013	0,029	0,098	0,118
«б»	0	0,001	0,0011	0,0021	0,0021	0,0021
4 «а»	0,0021	0,0076	0,0012	0,027	0,096	0,121
5 «а»	0,002	0,0069	0,011	0,026	0,096	0,123
6 «а»	0,0018	0,0071	0,014	0,029	0,099	0,141
7 «а»	0,0019	0,0079	0,013	0,028	0,097	0,131
Среднее значение «а»	0,00199	0,0076	0,011	0,0273	0,0967	0,1229
Среднее значение «б»	0	0,00103	0,00107	0,002	0,00203	0,00203
Средняя скорость гниения		0,0028	0,0017	0,00815	0,0347	0,0131

«а» - древесина без пропитки

«б» - древесина с пропиткой

Для выполнения эксперимента отбирались образцы массой 5 граммов и пропитывались в воде. После извлечения из воды образцы помещались в эксикатор и выдерживались два месяца. Через интервал два месяца образцы помещаются в воду, выдерживаются в ней в течение 48 часов. Далее после сушки в потоке сухого воздуха образцы снова помещались в эксикатор. Водный раствор анализируют на содержание редуцирующих сахаров согласно ГОСТу. Результаты свидетельствуют, что со второго по четвертый месяц скорость гниения составляет 0,0028; с четвертого по шестой - 0,0017; с шестого по восьмой - 0,00815; с восьмого по десятый - 0,0347; с десятого по двенадцатый - 0,0131. С увеличением времени растет скорость гниения с одновременным увеличением в растворе концентрации редуцирующих сахаров (табл.).

Одновременно по данной методике проводился эксперимент с пропиткой образцов раствором сульфата меди. В случае предварительной пропитки образцов раствором  $\text{CuSO}_4$  наблюдается уменьшение концентрации растворимых форм сахара (табл.). Результаты свидетельствуют, что данный способ можно использовать для определения степени разрушения древесины. Пропитка древесины раствором сульфата меди является эффективной.

1. Кононов, Г.Н. Химия древесины и ее основных компонентов / Г.Н. Кононов. – Москва : МГУЛ, 2002. – 247 с.
2. Фенгел, Д. Древесина, химия, ультраструктуры, реакции / Д. Фенгел, Г. Вегенер. – Москва : Лесная промышленность, 1988. – 512 с.

## **ВОССТАНОВЛЕНИЕ ХУДОЖЕСТВЕННОГО ОБРАЗА ЗНАМЕНО-ФИЛИППОВСКОЙ ЯИКОВСКОЙ ПУСТЫНИ В ВЕЛИКОМ УСТЮГЕ**

*Е. С. Казакова*

*И.К. Белоярская, научный руководитель, канд. арх., профессор  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Великий Устюг возник на левом берегу реки Сухоны близ древнего чудского города Гледена. Известный по летописным упоминаниям Гледен находился на противоположном берегу в одной версте от мыса, в устье реки Юг, вверх по течению. Место, где был основан Устюг, называлось Черный Прилук, возможно, там располагался один из сторожевых пунктов, воздвигнутых на северо-востоке от Гледена. Первоначальные укрепления города находились в районе Соборного дворища. На посаде выше по течению Сухоны разместились торг и Леонтьевская слобода с деревянной церковью; за Криночным ручьем в 1212 году основан Михайло-Архангельский монастырь, а в 1262 году по той же оси на острогах Красной горы встал монастырь Иоанно Предтечи.

Таким образом, соборное дворище стало узловым ансамблем на пересечении двух композиционных осей – параллельных реке и перпендикулярных.

За городской чертой находились крупнейшие устюжские монастыри и слободы. С юго-востока на левом берегу Сухоны располагался Троице-Гледенский монастырь, с северо-запада на Яиковой горе – Знамено-Филипповский. Подобно новгородским Юрьеву и Антониеву монастырям, они встречали подъезжающего на дальних подступах к городу. С севера за Большим острогом теснились постройки сразу трех монастырей – Михайло-Архангельского, Спасского и Иоанно-Предтеченского [1].

Высокий берег над Сухоной в северо-западной части Великого Устюга носил название Яиковой горы. Именно здесь в 1654 году и был основан Знамено-Филипповский монастырь, принадлежавший к числу малых и небогатых обителей.

Предание называет основателем монастыря инок Филиппа, который в это время подвизался на Яиковой горе и пользовался большим почитанием ус-

тужских жителей, впоследствии пожелавших создать на месте его подвигов обитель.

Филипп Яиковский не захотел управлять новоустроенной пустыней. Строителем монастыря стал энергичный «самовыдвиженец» Лонгин, который в 1661 году построил здесь новую часовню; освятили её во имя святителя Филиппа митрополита Московского. В 1662 году получил в Ростове грамоту на строительство церкви. С иконой святителя Филиппа старец ходил по городу Устюгу и окрестным деревням и собирал деньги на монастырь.

В 1735 году построена каменная с колокольной в одной связи одноэтажная, пятиглавая, двупрестольная церковь. Главный престол освящен в честь иконы Божией Матери «Знамение», придельный - во имя святителя Филиппа митрополита Московского.

В 1764 году резко сократилось количество монастырей в Вологодском крае – на 60%. Несмотря на это небогатая мужская пустынь не была закрыта, а лишь осталась за штатом – на своем содержании.

В 1809 году по предложению епископа Евгения Болховитинова (будущий митрополит Киевский) построен первый каменный настоятельско-братский корпус на средства купеческой вдовы Анны Васильевны Курочкиной, также корпус братских келий и хозяйственные постройки – конюшня, каретник, погреб, амбар, баня и скотный двор.

В 1850 году теплый Филипповский придел переделан: добавлен престол святителя Николая Мирликийского.

Определением Синода № 3517 от 24-26 мая 1908 года мужской монастырь был преобразован в женский общежительный, поэтому его со всех сторон обнесли кирпичной оградой.

На основании постановления Северо-Двинского губисполкома от 11 октября 1917 года монастырь объявили закрытым. Но через год было решено преобразовать его в сельскохозяйственную коммуну. Вывеска сменилась, но насельницы жили, как и прежде, соблюдая монастырские правила. В 1920 году три сельскохозяйственные коммуны (бывшие Иоанно-Предтеченский, Знамено-Филипповский и Троице - Гледенский женские монастыри) объединены в одну с общим названием «Путеводная звезда». Женщин старше 50 лет (за исключением специалистов в каком-либо деле) отправляли на жительство в богадельню при Гледенской коммуне [2].

В 1922 году во всех монастырях проведены обыски с целью изъятия ценностей, под видом которых забиралось самое необходимое. В этом же году монастырь-коммуна закрылся. В 1928 году разрушена Знамено-Филипповская церковь. В 1936 году с территории Троице-Гледенского монастыря сюда был переведен из Коряжмы детский дом-изолятор, затем — неполная средняя школа № 3, открытая в 1927 году. Из настоятельского корпуса сделали кочегарку, а сестринский - переоборудовали под школу. На каменном этаже бывшей

профсории строится частный дом. Церковные здания, к сожалению, не сохранились.

В настоящее время на улице Гледенской на месте пустыни стоит памятный знак. Сохранились некоторые жилые и хозяйственные кирпичные строения монастыря, частично разрушенные и перестроенные.

1. Шильниковская В. П. Великий Устюг. – Москва : Стройиздат, 1987.
2. Суворов Н. И. Знамено-Филипповский Яиковский монастырь // ВЕВ за 1888 г. – № 3. – С. 37-45.

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ХУДОЖЕСТВЕННОГО ОБРАЗА БОГОРОДИЦКОГО ЛОПОТОВО-ПЕЛЬШЕМСКОГО ГРИГОРЬЕВСКОГО МОНАСТЫРЯ

*Л.Ю. Карева*

*И.К. Белоярская, научный руководитель, канд. арх., профессор  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Богородицкий Лопотов-Пельшемский Григорьевский мужской монастырь – один из древнейших на севере расположен в окрестностях города Кадникова на берегу реки Пельшмы. Основан в 1426 г. преподобным Григорием Пельшемским. «Лопотовым монастырь называется по родовой фамилии своего основателя»[1], Богородицким – по названию главного храма в честь Собора Пресвятой Богородицы. Пережил разрушение польско-литовскими интервентами в 1612 году, пожар в 1683 году, запустение в 1883г. Закрыт в феврале 1926г. В настоящее время находится в руинированном состоянии.

«История Лопотова Богородского Григорьева Пельшемского монастыря – это история подъема и разрухи, прославления и уничтожения» [2]. Развитие Лопотово-Пельшемского монастыря можно условно разделить на четыре этапа.

Первый этап – 1426-1612гг. Основанием монастырю послужил приход в 1426 году преподобного Григория на реку Пельшему для пустынножительства. На месте будущей обители он поставил крест и келью. Вскоре к нему присоединился иерей Алексей. При монастыре была построены церковь в честь Собора Пресвятой Богородицы, кельи, трапезная и хозяйственные постройки.

Вокруг обители возникло село Лопотово. Развивался монастырь благодаря пожертвованиям купцов, заезжающих в обитель на богомолье и за благословением. «В связи с этим в одной из деревень в 7 верстах от обители – Кадникове был устроен небольшой гарнизон для сопровождения купеческих обо-

зов. Впоследствии эта деревня стала городом Кадниковым» [2]. В 1612 году обитель была разрушена польско-литовскими интервентами.

Второй этап – 1612-1683гг. Из «писцовых книг, составленных при царе Михаиле Федоровиче и из монастырских описей того столетия, церковей в обители в то время было три: главная, или соборная, холодная церковь в честь Собора Пресвятой Богородицы [...], другая, также холодная, в честь преподобного Григория Пельшемского, третья теплая во имя Усекновения главы Иоанна Предтечи» [1] с трапезной. Также на территории монастыря находились семь братских келий, две игуменские, книгохранилище, ризница, поваренная и хлебная кельи, два амбара, колокольня в 1670 году была «брусная о четырех углах» [1]. За оградой монастыря находились три хлебных амбара, кузница, «поварня квасная» и водяная мельница с избой на реке Пельшме.

В 1683 году все постройки и древности, а также архив монастыря сгорели при пожаре.

Третий этап – 1683-1750гг. С 1683 года заново отстраивается деревянная теплая шатровая церковь во имя Усекновения главы Иоанна Предтечи. Над гробом Григория Пельшемского возводится временная деревянная часовня. В 1706 году, с погоста Замошской Покровской церкви привозят старую упраздненную деревянную церковь и освящают в честь преподобного Григория Пельшемского. Новая главная деревянная церковь во имя Собора Пресвятой Богородицы была построена только после 1718 года. Также, по описи 1739-1741 гг., при монастыре находились братские кельи, настоятельские, поварня, хлебная келья, погреб, деревянный дом с мезонином у въездных ворот. Заново возведена монастырская деревянная ограда с четырьмя угловыми башнями. Данный временной отрезок (до 1750г.) обусловлен тем, что до середины 18-го века все постройки были деревянными, а первая каменная церковь (во имя Собора Пресвятой Богородицы) была построена уже после 1750 года.

Четвертый этап – 1750-1926гг. В 1750 году построено две каменные церкви – во имя Собора Пресвятой Богородицы, теплая, в два света, «поверх четырехскатной крыши увенчана большой византийской формы главою, утверждающеюся на круглом глухом осмерике»[1]. В этом же году возведена каменная церковь во имя Григория Пельшемского, «одноэтажная, об одной главе, с окнами в два света»[1], композиционно повторяющая Богородицкую церковь, но бóльшая по размеру. Обе церкви по характеру своей объемно-пространственной композиции и особенностям фасадного декора тяготеют к традициям 17-го столетия. Весь монастырь обнесен каменной оградой с восьмиугольными башнями (псевдобарочный стиль) по четырем углам (1855-1860). В обитель ведут двое ворот: с восточной части главные – Святые врата, а с южной малые, для пешеходов. Также в монастыре находятся двухэтажный братский корпус (стиль – поздний классицизм), корпус с просфорной и хлебо-

пекарней, постройки третьего этапа. За оградой расположили конюшенный и скотный дворы, каретный дом, два овина с крытым гумном, прачечная.

После 1917 года Лопотов монастырь превращен в сельхозартель, и на 1924 год в нем проживает 11 человек. В 1926 году монастырь закрыт, община ликвидирована.

Из вышесказанного можно заключить, что художественный образ Лопотово-Пельшемского монастыря был полностью сформирован во время четвертого этапа, в середине 18 – второй половине 19 веков.

1. Суворов Н. А. «Лопотов Богородицкий монастырь Вологодской Епархии». – Вологда: Типография Губернского правления, 1875.

2. «Ферапонтовские чтения 2004 – 2006. История и культура монастырей Русского Севера». – Вып. 1. – Ферапонтово : Северная Фиваида, 2007.

## ДОМ З.Н. ГОГОЛИЦЫНА В ГОРОДЕ ВЕЛИКОМ УСТЮГЕ

*Ю.В. Кубасова*

*И.К. Белоярская, научный руководитель, канд. арх., профессор*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Вологодчина – это огромная территория Европейского Севера площадью 145, 7 тыс. квадратных километров. Своеобразная природа, лесные и водные просторы, богатства растительного и животного мира издавна манили к себе людей. Великий Устюг – маленький, уютный городок, один из древнейших на севере России. Он выделяется своеобразием архитектурного облика и своей интереснейшей, насыщенной событиями историей. Город находится на северо-востоке Вологодской области в 450 от Вологды. Сохранность старинной застройки, её неиспорченность современным стеклом и многоэтажностью делают город необыкновенно привлекательным и уютным.

Для русского Севера дерево издревле служило основным местным материалом. Именно поэтому в дереве формировались лучшие традиции народного творчества. Дерево явилось колыбелью всего художественного фольклора этого края. Культовые сооружения в Великом Устюге значительно раньше начали переводить в камень, тогда как для жилых, общественных и хозяйственных построек дерево всегда продолжало оставаться материалом преобладающим.

Неповторимый образ каждого города создаётся оригинальным сочетанием элементов архитектурной и ландшафтной среды. Жилые здания – самый массовый вид построек, который играет значимую роль в создании архитектурного облика города. Среди деревянных построек старого Устюга сохранился од-

ноэтажный дом по адресу Комсомольская площадь 10/28, построенный в начале XX века. Он принадлежал пароходовладельцу Гоголицыну Зосиме Николаевичу, который родился в 1854 году и проживал в Великом Устюге. Дом стоит на углу квартала вблизи Спасского монастыря, совсем рядом с церковью Сретения. На улицу Павла Покровского выходит восточным фасадом, на Комсомольскую площадь – северным. Строился дом по утверждённому плану. Имеется разрешение на постройку: «На основании 96 ст. Городского положения 1892 года по сему плану-фасаду дозволяется устюжскому мещанину Зосиме Николаевичу Гоголицыну на месте принадлежащей ему состоящей в 1-й части города Устюга, 17 квартале, под №302 произвести постройку деревянного одноэтажного дома, на каменном фундаменте...».

Дом является значимым элементом в исторически сложившейся застройке фрагмента городской среды. Прямоугольный в плане объём завершён вальмовой кровлей. Южная вальма прорезана мезонином, остальные – небольшими чердачными окнами. Бревенчатые стены, сложенные из одинаковых по толщине брёвен, не прячутся под строганной доской, сруб открыт. Это придаёт дому горизонтальную, объёмную ритмику. Бревенчатый памятник имеет отличительную черту – стержневую основу всего деревянного зодчества: использование дерева не только как строительного материала, но и материала искусства. Его естественная основа всячески выявлялась, сохраняя неповторимость каждого архитектурно-конструктивного элемента, ту неповторимость, которой обладает дерево само по себе.

Северный фасад дома в пять окон симметричен. Прямоугольные наличники окон имеют раскрепованные по бокам треугольные сандрики и подоконную часть. Наличники и венчающий карниз украшены ажурной пропиленной резьбой, состоящей из стилизованных растительных форм и геометрических элементов. Фигурные кронштейны, выполненные в форме резных растительных завитков, поддерживают вынос крыши. Украшающий его подзор – из просечного железа. Композиция восточного фасада немного асимметрична, т.к. окна попарно сближены и два окна на южной половине фасада – квадратные, с трёхчастным делением. Декор дворовых фасадов значительно скромнее уличных. Парадная дверь дома филёнчатая. Над дверью сооружён козырёк с просечной резьбой, расположенной на свесе козырька. Служебная дверь намного скромнее и проще, но тоже под козырьком. Резные декоративные детали делают его одним из самых интересных домов периода эклектики в Великом Устюге. Планировка коридорного типа. «Г» - образный коридор расположен на продольной оси дома. Парадные комнаты с окнами на площадь связаны между собой. Между коридором и «чёрным» входом расположены тёплые сени. От первоначального убранства интерьеров сохранились дощатые полы с фризом, двустворчатые двери с геометрическими фигурами на филёнках. Печные трубы имели завершение в виде ныне утраченных дымоходов. Реставрационные

работы по дому не проводились. В целом дом до сих пор сохранил красоту и неповторимость, присущую большинству старых деревянных домов города.

С каждым годом в наших городах остаётся всё меньше и меньше исторических зданий и сооружений, выполненных в дереве. Некоторые из них исчезают по причине естественного старения, другие сносятся, третьи переделывают до неузнаваемости. Но самое большое количество объектов деревянного зодчества уничтожается пожарами. В такой ситуации проблема реставрации с целью сохранения памятников деревянной архитектуры является актуальной в настоящее время. Эффективное использование наследия способствует решению этой проблемы.

1. Шильниковская В.П. Великий Устюг : развитие архитектуры города до середины XIX в. / В. П. Шильниковская. – Москва : Стройиздат, 1973. – 227 с.

2. Паспорт «Дом З.Н. Гоголицына» из Дирекции по охране памятников культурного наследия.

3. ВУФ ГАВО, ф.2, оп. I, д. 384, л.6. Проект на постройку дома.

## **ИКОНА ПРОКОПИЯ УСТЮЖСКОГО, ПРЕДСТОЯЩЕГО БОГОМАТЕРИ, В СОРОКА КЛЕЙМАХ**

*Я.М. Лукинова*

*Н.Н. Вихарева, научный руководитель*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Икона Прокопия Устюжского, предстоящего Богоматери, в 40 клеймах, посвящена местночтимому великоустюгскому святому. Праведный Прокопий происходил из прусского королевского рода. Он возглавлял восстание против наступавших тевтонов и бежал с семьей от преследований в Новгород. Полюбив православные традиции, он раздал свое имущество монастырю и бедным, а затем удалился в Устюг. За подвиг юродства, который нес, Прокопий получил дар прозорливости. В Великом Устюге над могилой святого в 1495 году был возведен Прокопьевский собор. Анализируемое произведение – храмовая икона собора. По свидетельству его главной описи, составленной в 1861 году, она стояла в иконостасе главного храма слева от северных дверей. Опись повествует: «Сія святая икона есть даръ храмосоздателя Гусельникова и приложена имъ при созданиі храма въ 1669 году». Об этом же свидетельствует и надпись на самой иконе. Сегодня судьба произведения печальна: оно было повреждено в результате акта вандализма и было практически утрачено.

Икона Прокопия Устюжского является житийной. Произведение интересно своей композицией: по площади средник, на котором изображен святой Прокопий, занимает примерно 1/8 часть от общей площади клейм. Образ Богоматери в левом верхнем углу средника - Одигитрия в виде отдельного икононого изображения. Средник окружают 40 клейм. Композиционно их состав делится на три регистра: первые 2 ряда по семь клейм, три ряда по 4 клейма и 2 последних ряда имеют по 7 клейм. За счет их обилия и разнообразия произведение обладает высокой информативностью. Иконописец проиллюстрировал житие святого до мельчайших деталей. Владетельный князь высокого происхождения, отважный воин, предприниматель и "юродивый Христа ради"- образы Прокопия от юности до глубокой старости. В клеймах отображены основные события из жизни святого: это и рождество, и крещение, и т.д, а также его проповеди и чудеса. Например, во втором ряду в двух последних клеймах мы можем увидеть одно из таких чудес, историческое свидетельство которого сохранилось в материальном выражении до наших дней: на шестом клейме изображены нашедшие на Великий Устюг каменные тучи, а на седьмом - Прокопий, молящийся об избавлении города перед иконой Богоматери. Сегодня при входе в Прокопиевский собор, слева от южных врат, лежит черный камень, над которым в стене собора - древняя надпись: «Сей камень спаде с небесе во дни блаженного Прокопия из той тучи, которою восхоте Господь погубити во граде Устюге прежде бывшие нераскаянные грешники». Также по данным Великоустюгского краеведческого музея на расстоянии примерно 25 километров от города Великий Устюг сохранилась гряда огромных камней, которая не могла возникнуть природным образом.

Произведение принадлежит иконописному творчеству строгановских мастеров и является его характерным примером. Его особенности – сложность, многоплановость и миниатюрность письма, богатые украшения, но, вместе с тем, отсутствие простоты и внутреннего единства, что в данном произведении усугубляется на редкость большим количеством мелко проработанных клейм. Произведение изобилует яркими красками, ювелирной проработкой деталей, изящной отделкой клейм. Сложные и многочисленные сцены жития – это повод, дающий возможность мастеру показать свое умение компоновать различные эпизоды, помещать фигуры в сильных ракурсах в красивые интерьеры, вводить в качестве фона сложные архитектурные кулисы, варьировать цветовые соотношения (в основном красные, зеленые, охристые). Однако, при всем своем отточенном мастерстве иконописец остается ремесленником, его внимание целиком сосредоточено на передаче внешнего. Большое количество золотого цвета, используемое в живописи клейм, составляют геометрическое и цветовое противопоставление изображению средника, в котором доминирует темно - синий цвет фона. Для него также характерно четкое диагональное построение, отсутствие мелких деталей на втором плане.

Эти приемы создают психологически острый визуальный эффект. Плавность и аскетичность крупной фигуры святого, а также большая поверхность контрастного по цвету фона компенсируют маленькую площадь средника в общей композиции произведения.

Для того чтобы избежать хаотичности изображения, в клеймах применен прием ритмических повторений фигур, цветовых пятен, деталей, которые логически связаны в единое изображение. Некоторые, раз найденные позы, обретают завидное постоянство и повторяются в других клеймах. С помощью уникальных композиционных и цветовых приемов автор создал и донес до нас духовный образ святого, обладающий большой внутренней убедительностью. Композиционная продуманность сложного произведения, в котором представлены как композиции сюжетного порядка, так и примеры однофигурных икон, иллюстрируют нам особенности иконописи XVII века, и, в частности, стилистику строгановского письма.

1. Бочаров Г.Н. Сольвычегодск. Великий Устюг. Тотьма. – Москва : Искусство, 1983. – 334 с. : ил. . – (Художественные памятники XIII-XIX веков). – С. 113-117.

## ЦЕРКОВЬ ЖИВОНАЧАЛЬНОЙ ТРОИЦЫ В ДЕРЕВНЕ ШАДРИНО СОКОЛЬСКОГО РАЙОНА

*В.Е. Максименкова*

*И.К. Белоаярская, научный руководитель, канд. арх., профессор*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Культурная архитектура всегда представляет особый интерес для исследователей. Имея богатую историю, храмы и монастыри на протяжении многих веков играли особую роль в развитии общества.

Одним из таких памятников является церковь Живоначалной Троицы, расположенная в с. Шадрино. Интересный пример культурной постройки конца XIII века, принадлежавший по объёмно-пространственному и композиционному решению к группе характерных для района храмов этого времени.[1] Изначально д. Шадрино называлась Троицкий погост, что в Двиницкой волости Кадниковского уезда.

Кадниковский уезд был образован в 1780 году. Административным центром уезда был город Кадников.

В нынешнее время центром Двиницкого поселения является деревня Чекшино. Первое упоминание о Чекшино в летописях относится к 1628 году. По одной версии, её название происходит от места расположения мастерской по отливке колоколов. Другая версия названия происходит от фино-угорского (чекли или чекши) обозначающего «стоянка охотников». Деревня стояла на Архангельском тракте, в старину здесь открыли конно-почтовую станцию, которая впоследствии стала узловой. Архитектурными памятниками старины в этом районе также является Церковь Благовещения Пресвятой Богородицы в д. Середнее.

Церковь Живоначальной Троицы (она же «Николо-Троицкая Двиницкая церковь»), как свидетельствуют факты из жития святого, была основана самим преподобным Дионисием Глушицким(1362-1437).

Не один век церковь существовала в деревянном исполнении. Постройку здания Николо-Троицкой Двиницкой церкви, сохранившейся до наших дней, относят к 1791г.

Нижний придел церкви был освящён в 1794г., верхний этаж в 1815г. (данные клировых ведомостей за 1850г.) Здесь же говорится, что церковь имела 4 престола. Расстояние от Вологды в 63 версты, от Кадниковского Духовного Правления в 21 версте, от местного Благочинного в 20 верстах. К году описания церкви (1850) дворов-315, мужчин-950, женщин-1097.

По данным книги Н. Суворова «Лопотов Богородицкий монастырь Вологодской епархии» (1875 г.) говорится, что церковь принадлежала Лопотову монастырю.

Участники экспедиции НИИ Министерства культуры в августе 1988г. подтвердили, что Троицкая церковь в одной связи с колокольной относится к достаточно известному типу храмов 2-й половины 18 века. Это – двухэтажная, бесстолпная, пятиглавая церковь, перекрытая так называемым сомкнутым сводом, с примыкающей к ней с запада трапезой (тоже двухэтажной). Такой храм представляет из себя как бы широкий шатёр, наполненный спокойным, торжественным пространством.[2]

Значительный интерес у исследователей вызвали росписи церкви. Они заметили, что росписи храма как бы несколько отступают от канонических условий для православных храмов. Гризайлевые росписи стен с изображением апостолов переходят в куполе, как бы в солнечное свечение.

В то время ещё сохранились и фрагменты (обломки) деревянной скульптуры иконостасов.

Церковь окружала кирпичная ограда с башенками. На колокольне было несколько колоколов, два из них, по воспоминаниям старожилов, были очень большими.

Четыре деревянных дома принадлежали храму. Некоторые из них занимали служители данной церкви, в других были расположены просвирня, мед-

пункт и сторожка, где могли заночевать прихожане. При церкви работала церковно-приходская школа – отдельное здание, стоявшее недалеко от храма.

Из воспоминаний Черняевой Павлы Константиновны, 1920 г.р.: «Закрывали церковь в 1936 г. При снятии колоколов участвовал председатель сельсовета Кабанов Иван Николаевич. Когда отпускали колокола с колокольни вниз, от своей тяжести, они ушли глубоко в землю. При этом был даже повреждён угол церкви от деревни Окуловское. Потом их взорвали. Церковь начали растаскивать, иконы увозили даже целыми возами».

В настоящее время церковь находится в руинированном состоянии и нуждается в проведении реставрационных работ. Реставрация должна проводиться в исключительных случаях, если она продиктована необходимостью предохранения памятника, а также стремлением подчеркнуть его эстетическую и историческую ценность.

На основании проведенных исследований наиболее целесообразным будет восстановительный (целостный) метод реставрации, который предусматривает полное восстановление памятника на научно-оптимальный период, определенный по историческим оценкам. Наиболее оптимальным периодом для данного памятника является конец второй половины XIX века, на тот момент, когда храм был полностью достроен и значительным перестройкам не подвергался [3].

1. Соколова О.А. «Из истории вопроса по сохранению и реставрации объектов культурного наследия Сокольского района».
2. Паспорт объекта культурного наследия.
3. Пруцын О. И.. Архитектурно-историческая среда / О.И.Пруцын, Б. Ромашевский, В. Борусевич; ред. О.И. Пруцын. – Совместное изд. СССР-ПНР. – Москва : Стройиздат, 1990. – 408 с. : ил.

## ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ БОГОРОДИЦЕ РОЖДЕСТВЕНСКОГО МОНАСТЫРЯ

*Е.О. Мартяшева*

*И.К. Белоярская, научный руководитель, канд. арх., профессор*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Ферапóнтов Белозёрский Богорóдице-Рождéственский монастырь – бывший православный монастырь в Кирилловском районе Вологодской области. В течение 400 лет обитель являлась одним из важнейших культурных и религиозных просветительных центров Белозерского края. Монастырь, находящийся в 20 км на северо-восток от Кириллова и в 120 км на северо-запад от

Вологды, выстроен на холме меж двух озёр – Бородаевского и Паского, которые соединяет маленькая речка Паска. Монастырь доминирует над окружающей местностью, однако благодаря своим небольшим размерам и изящному стилю он не подавляет величием, как его ближайший сосед – Кирилло-Белозерский монастырь. Монастырь был основан в 1397 году святым Ферапонтом. Будучи выходцем из боярского рода Поскочиных, Ферапонт постригся в монахи в московском Симонове монастыре, пришёл на Север вместе со своим другом и сподвижником святым Кириллом Белозерским, но не остался с ним на Сиверском озере, основав в 15 км от Кирилло-Белозерского монастыря свою обитель [1]. Число иноков росло, на территории строились кельи, в 1409 году возвели деревянную церковь Рождества Богородицы, а немного позже – трапезную. Благодаря деятельности ученика Кирилла Белозерского преп. Мартиниана Белозерского, по просьбе братии ставшего игуменом монастыря, Ферапонтов монастырь приобретает широкую известность. Наряду с Кирилло-Белозерским монастырём он становится традиционным местом поклонения и вкладов многих представителей русской феодальной знати (Андрей и Михаил Можайские, Василий III, Иван IV и другие). Здесь работали книгописцы такие как: Мартиниан, Спиридон, Филофей, Паисий, Матфей, Ефросин, иконописец Дионисий. С обретением мощей преп. Мартиниана и последующей его канонизацией возрастает внимание к монастырю, способствующее росту вкладов и доходов.

Ферапонтов монастырь был богатейшим вотчинником Белозерья. Ему в начале XVII в. принадлежали несколько сёл, около 60 деревень, 100 пустошей, более 300 крестьян. В XVI в. в монастыре строятся монументальные церковь Благовещения с трапезной, казённая палата, служебные постройки – каменное сушило, гостевая палата, поваренная палата. Однако такой мощной крепостью, как Кирилловский, Ферапонтов монастырь так и не стал. Даже ограда его до XIX века оставалась деревянной. Именно из-за полного отсутствия каких бы то ни было укреплений, монастырь в 1614 году был разорён польско-литовскими грабительскими отрядами. Заранее зная о нашествии, монахи успели спрятать наиболее ценные вещи. В результате польско-литовского разорения были сожжены кельи и ворота, разорены окрестные деревни и убиты местные жители. Только 25 лет спустя после нашествия было возобновлено каменное строительство. Оправившись после литовского разорения, в середине XVII в. монастырь возводит надвратные церкви на Святых вратах, церковь Мартиниана, колокольню.

И в 1490 году с постройки ростовскими мастерами первого каменного храма Белозерья, собора Рождества Богородицы, началось формирование каменного ансамбля Ферапонтова монастыря XV—XVII вв. В 1798 году Ферапонтов монастырь был упразднен указом Синода, а церкви стали приходскими. В XIX в., в приходской период, сузившуюся монастырскую террито-

рию обнесли каменной оградой. В 1904 году монастырь был возобновлен как женский, закрыт вновь в 1924. С 1975 года началось формирование современного музея, превратившегося в научно-исследовательский и просветительский центр, распространяющий знания об уникальных памятниках ансамбля Ферапонтова монастыря через разнообразные формы музейной работы.

Таким образом формирование ансамбля Ферапонтова монастыря проделало длинный и сложный путь. Нынешний архитектурный комплекс хранит в себе историческую и архитектурную ценность.

## РЕСТАВРАЦИЯ ЦЕРКВИ ПОКРОВА ПРЕСВЯТОЙ БОГОРОДИЦЫ В ДЕРЕВНЕ ЗАМОШЬЕ СОКОЛЬСКОГО РАЙОНА

*Н.О. Марюкова*

*И. К. Белоярская, научный руководитель, канд. арх., профессор*

*Вологодский государственный университет*

*г. Вологда*

В деревне Замошье Сокольского района Вологодской области расположен уникальный храм, который сейчас находится на грани уничтожения и шансов уцелеть у него с каждым годом становится все меньше. Во всей России сейчас много брошенных больших и малых церквей. Прежде всего, силы восстановителей направлены на объекты, расположенные в крупных городах, а сельские храмы чаще всего остаются без внимания.

Замошская Покровская церковь обладает целым рядом уникальных особенностей. По характеру своего объемно-пространственного решения церковь представляет собой незаурядный образец «тотемского барокко». Наряду с этим уникальное завершение церкви восемью главами, поставленными над храмом и трапезной, придает этому сооружению самобытный и оригинальный облик. Интерес представляют фрески, частично сохранившиеся в интерьере храма.

Проведенные исследования позволяют сделать выводы о том, что церковь Покрова Пресвятой Богородицы в деревне Замошье представляет собой культовое сооружения вт. пол. XVIII в [4].

Памятник имеет симметричную относительно продольной оси композицию, состоящую из храма с апсидой и трапезной с папертью, объединенных двухэтажным крытым переходом с колокольной. Он сочетает в себе черты различных стилей, что придает ему особую выразительность. Однако уникальный памятник может быть утрачен.

Кровельные покрытия здания находятся в аварийном состоянии. Кровли и перекрытия паперти и перехода разрушены. Детали декора осыпаются. Частично срублены порталы на западном фасаде паперти. В интерьере большая часть живописи утрачена. Полы сняты. Иконостасы не сохранились.

Покровская церковь обладает признаками памятника, хотя не находится под охраной государства, и ее можно отнести к вновь выявленным.

Изучая историю и архитектуру постройки, можно утверждать, что строительство Покровской церкви проходило в два этапа: сначала нижняя (теплая) церковь, спустя несколько лет — верхняя (холодная) церковь. В храме выявлен ряд разновременных построек: алтарь, четверик и трапезная вт. пол. XVIII в.; колокольня 1804-1812 гг., объем, соединяющий основной храм и колокольню сер. XIX в. Выявленные при изучении архитектуры элементы декора, объемно-пространственная композиция храма, напоминающая силуэт корабля, говорит о том, что он построен в духе «тотемского барокко» [3, с. 94].

Среди жителей и гостей деревни Замощье было проведено социологическое исследование, в ходе которого было установлено, что жители деревни считают, что Покровскую церковь необходимо отреставрировать, а также, готовы помочь в восстановлении церкви личным трудом, оказать материальную помощь, либо предоставить исторические материалы.

В целом подтверждается необходимость и целесообразность воссоздания церкви Покрова в Замощье, с приданием ему первоначальной функции.

Незаурядный образец культового сооружения, получивший своеобразную местную трактовку и обладающий развитой объемно-пространственной композицией, не имеющей прямых аналогов среди памятников подобного типа, представляет значительный исторический и художественный интерес как памятник необычной архитектуры и как памятник профессионального исполнения живописи XIX века. Храм обладает исторической ценностью и нуждается в проведении реставрационных работ, благоустройстве территории.

Таким образом, основываясь на проведенном анализе исторических данных, натурных исследованиях объекта, социологическом опросе, можно сделать вывод, что исследуемый объект представляет собой сельский приходской храм в стиле «тотемского барокко». Сочетает в себе черты разных стилей, что придает ему особую выразительность. Храм нуждается в проведении реставрационных работ, с восстановлением его методом комплексной реставрации с возвращением ему первоначальной функции.

1. Пруцын О.И. Реставрационные материалы : учебник для вузов. — Москва : Институт искусства реставрации, 2004. — 286 с.

2. Реставрация памятников архитектуры : учеб. пособие для вузов / С.С. Подьяпольский, Г.Б. Бессонов, Л.А. Беляев, Т.М. Постникова ; под общ. ред. С.С. Подьяпольского. – Москва : Стройиздат, 1988.- 264 с.

3. Соколова О. А. Церковь Покровская в с. Замошье Сокольского района Вологодской области // Заветный белокаменный Покров. – Вологда, 2012. – 103 с.

4. ГАВО, ф. 496, оп. 4, д. 551, Клировые ведомости церковей Кадникова и Кадниковского уезда.

## ОТКРЫТЫЕ ОБЩЕСТВЕННЫЕ ПРОСТРАНСТВА В ИСТОРИЧЕСКОМ РАЙОНЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА «КОЛОМНА»

*Т.Д. Махова*

*Е.Р. Возняк, научный руководитель, канд. арх., доцент  
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный  
университет  
г. Санкт-Петербург*

Целью данного исследования является изучение открытых общественных пространств, а также создание концепции по формированию и реновации открытых общественных пространств на территории исторического района Санкт-Петербурга «Коломна».

В последние годы вопрос организации общественных пространств стал привлекать к себе повышенное внимание со стороны различных исследователей. Одной из важнейших проблем современного градостроительства стало создание комфортной и органичной городской среды. Современные мегаполисы стали задыхаться от бесчисленного количества автомобилей, неблагоприятная экологическая ситуация, низкий уровень качества городской среды, отсутствие благоустроенных общественных пространств, привели к существенному оттоку населения из городов. Попытки преобразования городской территории с целью повышения ее качества и необходимостью отвечать современным потребностям горожан, стало одним из важнейших направлений в работе урбанистов и архитекторов.

Трансформация открытых общественных пространств это, прежде всего, шаг на пути к созданию бренда города, это возможность для создания мощного инструмента по улучшению качества городской среды. Открытые общественные пространства могут стать стимулом для развития публичной жизни горожан, а также улучшения имиджа города. Они могут подчеркнуть уникальность места, стать его «визитной карточкой», сформировать благоприятный климат для инвестиций.

Для Санкт-Петербурга тема создания открытых общественных пространств особенно актуальна. Санкт-Петербург – город федерального значения Российской Федерации, один из крупнейших по величине и количеству населения городов в Европе. Его историко-культурный и геополитический потенциал невозможно переоценить. На сегодняшний день Санкт-Петербург активно посещается туристами со всего мира. Именно поэтому городу так важны качественные преобразования его среды.

Так как исторический центр Санкт-Петербурга является объектом всемирного наследия ЮНЕСКО и находится под его охраной, достаточно важным аспектом становится выработка особой концепции по проектированию в условиях исторически сложившейся застройки.

В сложившейся ситуации представляется важным разработать научно-обоснованные методы и практические рекомендации по организации системы открытых общественных пространств в историческом районе «Коломна», учитывающие специфику и обременения по данной территории.

Научная новизна работы состоит в следующем:

- впервые проведен комплексный анализ территории исторического района Санкт-Петербурга «Коломна», с целью создания единой системы открытых общественных пространств;

- сформулировано понятие «сквозной транзитной типологии открытых общественных пространств»;

- разработан комплексный подход для создания концепции открытых общественных пространств в историческом районе Санкт-Петербурга «Коломна», выработанный на основе анализа зарубежного и отечественного опыта, а также основанный на специфике проектирования в охранной зоне исторического центра.

Личный вклад автора заключается в постановке цели, разработке концепции, сборе и анализе экспериментального материала, формулировке задач, выводов и рекомендаций по созданию и реновации открытых общественных пространств в историческом районе Санкт-Петербурга «Коломна».

Автором разработана градостроительная модель по трансформации исторической территории целого района, принципы которой возможно будет использовать и при реновации других исторических мест города.

Основные положения научно-исследовательской работы изложены в 2 публикациях на научно-практических конференциях СПбГАСУ (2015), а также на научно-практических конференциях УралГАХА (2015).

## ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ СЕМИГОРОДНЕЙ УСПЕНСКОЙ ПУСТЫНИ

*Г.В. Меркулова*

*И.К. Белоярская, научный руководитель, канд. арх., профессор*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Успенская пустынь находилась в Семигородской волости Кадниковского уезда. Волость получила свое наименование по главному в этой местности кусту поселений, располагавшихся на семи холмах. До выделения Кадниковского уезда Семигородская волость относилась к Заозерской трети Вологодского уезда.

По преданию, пустынь основана иноками – выходцами из Дионисиева Глушицкого монастыря, но вскоре запустела из-за гибели населения от чумы. По сведениям писцовой книги Вологодского уезда 1628-1630 годов, в начале XVII столетия на месте Семигородной пустыни существовал Успенский погост с деревянной церковью клетского типа во имя Успения Богородицы. Составлявшие перепись писцы об этой церкви записали, что она «от литовского разорения» запустела и службы в ней не ведется («стоит без пения»); построен же та церковь была иждивением «тое ж Семигородцкой волости крестьян».

В конце XVI – начале XVII века восстанавливается разоренная Успенская церковь и возобновляется в ней церковнослужения. В монастырской летописи сообщается, что восстановление разоренной Успенской церкви и возобновление в ней церковнослужения было предпринято старицей Московского Новодевичьего монастыря Иулианией, происходившей из рода белозерских дворян Медведевых. С 1602 года в Успенской церкви восстановили богослужение, а в 1632-1633 годах близ нее поставили несколько деревянных келий для пришедших сестер и положили таким образом начало женской Успенской пустыни. С 1643 года настоятельницей пустыни стала старица Мариамна, которая построила в пустыни вторую деревянную церковь во имя Казанской иконы Богоматери с приделом Николая Чудотворца и колокольной. Но после 1648 года за какую-то провинность старица Мариамна подверглась церковному наказанию и была отдана «под начал» в Вологодский Горний девичий монастырь, а сестры из пустыни разошлись. Монашеская жизнь в пустыни была восстановлена в 1651 году, но с этого времени обитель стала уже мужской.

Первой каменной постройкой в Семигородной пустыни стала Успенская пятиглавая соборная церковь, возведенная в 1753 году при настоятеле строителе Феофилакте. Позднее церковь неоднократно ремонтировалась (в том числе после сильного пожара 1809 г.), серьезной перестройке с увеличением объемов она подверглась в 1859-1864 годах. В конце XVIII века деревянные стены

вокруг пустыни были заменены невысокими каменными; в это же время вместо деревянных келий начато было возведение каменных. Каменная надвратная церковь построена в середине XIX века на средства вологодского помещика П. И. Цорна по его собственному проекту.

Относительно благополучно пережив драматическую для многих монастырей екатерининскую секуляризационную реформу 1760-х годов, Успенская Семигородная пустынь в первой четверти XIX века считалась одной из «достаточных» обителей Вологодской епархии.

Число монашествующей братии в ней было сравнительно невелико, даже в лучшие времена оно не превышало 16 человек. Во владении пустыни находились земли при устье реки Катромы, а также часть Катромского озера, где были устроены монастырские рыбные ловли, существовали рыболовецкая изба и амбар. Здесь же монастырскими властями была устроена мельница; мельница принадлежала пустыни и в селе Александрове на реке Кихти.

В начале XX века хозяйство монастыря было обширным. В самом монастыре и его подворье проживало 90 человек. При монастыре были столярные, портняжные, сапожные мастерские, кирпичный завод, две ветряные мельницы, два овина, снопяник, соломенник, до тридцати сеновалов.

После установления советской власти в 1918 году Успенскую Семигородную пустынь упразднили, организовав на её месте северную трудовую артель-коммуны «Возрождение», в основном состоявшую из монахов, по-прежнему проводивших богослужения. Таким образом, пустынь, как и многие другие монастыри, продолжала полулегальное существование со всеми монастырскими традициями и атрибутами.

5 января 1919 года все монастырские здания и документация Семигородней пустыни, а также процентные бумаги и росписи вологодского банка были отобраны Пустораменским волостным исполнительным комитетом. Монахам было оставлено 6 келий в двух полукаменных корпусах. Все земли были национализированы, за исключением части земель внутри монастыря. К периоду деятельности коммуны относят активное разрушение монастыря, крепостных стен, Соборного храма. В отчете губернскому комитету последнего настоятеля пустыни Симеона за 1920 год содержатся следующие сведения: «Двор для приема лошадей коммунары сожгли на дрова, два овина и гумно сожжены, кирпичный завод уничтожен». Некогда живописный пруд, окружность которого составляла более пятисот метров, постепенно начал мелеть.

К 1922 году в обители были изъяты все золотые и серебряные ценности в помощь голодающим Поволжья. 27 января 1926 года был закрыт храм Успения Божией Матери, а 9 февраля 1926 года решением Кадниковского уездного исполкома монастырь был закрыт. В 1969 году здесь располагался психоневрологический интернат до 1988 года. На сегодняшний момент постройки Семигородней Успенской пустыни находятся в руинах.

1. Лебедев В. Семигородная Успенская пустынь и приписной Николаевский Катромский монастырь Вологодской епархии Кадниковского уезда / В. Лебедев.- Вологда, 1902.-88 с. : рис.

2. Рыбаков А.А. Успенская Семигородная пустынь и ее святыни / А.А. Рыбаков // Харовск :краеведч. альм. / Администрация Харов. муницип. р-на [и др.]. – Вологда, 2004. – С. 270-277.

## КОМПОЗИЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ДИОНИСИЕВО-ГЛУШИЦКОГО МОНАСТЫРЯ

*Ю.М. Мишенёва*

*И.К. Белоярская, научный руководитель, канд. арх., профессор  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

В начале XV в. в окрестностях Вологды активно шел процесс монастырской колонизации, одним из деятелей которой был прп. Дионисий Глушицкий. С именем этого святого связано появление трех монастырей, одну обитель он возродил. Монастыри, основанные преподобным, располагались на реке Глушице: в честь Покрова Пресвятой Богородицы, Иоанно-Предтеченский Сосновецкий и женский во имя св. Леонтия Ростовского, а также возобновленный Никольский Свято-Луцкий на реке Сухоне недалеко от Кубенского озера [1].

Глушицкий, Сосновецкий Дионисиев мужской монастырь получил название от реки Глушицы, на берегу которой он находится; Сосновецкий – от старинного названия местности, на которой расположен, чтобы отличать от другого, Глушицкого Покровского монастыря, находящимся на той же реке. Покровский монастырь был главным, называвшийся в просторечии «большим монастырем». В 1680 году последовало важное для Глушицких монастырей событие. Это было перемещение монастырской братии из Покровского монастыря в Сосновецкий.

До половины XVIII столетия все строения в Глушицких монастырях были деревянными. В Покровском монастыре было четыре деревянные церкви: соборная во имя Покрова Богородицы; шатровая - Дионисия и Амфилохия Глушицких, трапезная - Николая Чудотворца и надвратная во имя Зосимы и Савватия Соловецких. При церквях была "колокольня рубленая, а на ней пять колоколов, да часы боевые с перечаьем". Этой же описью зафиксирован четырехъярусный иконостас в Покровском соборе и невысокие двухъярусные - в других храмах.

Конец XVII - первая половина XVIII веков были временем расцвета обителей. В этот период даже в малом Сосновецком монастыре насчитывались три церкви: храм Иоанна Предтечи "о пяти верхах", храм Дионисия и Амфи-

лохия, где почивали их мощи и теплая Благовещенская церковь с трапезой. Число братии в монастырях доходило до 40 человек. О значении глушицких обителей свидетельствует царская грамота 1647 года, которая предписывает, чтобы глушицкие игумены при соборных архиерейских богослужениях становились выше игуменов Корнилиево-Комельского монастыря.

В 1744 и 1745 годах в Сосновецком монастыре была построена первая каменная соборная церковь с двумя престолами: один – во имя Рождества Иоанна Предтечи, другой – во имя преподобных Дионисия и Амфилохия, Глушицких чудотворцев.

Пространство земли, занимаемой теперь Сосновецким монастырем, представляет собой правильный четырехугольник. Со всех сторон монастырь был обнесен каменной оградой. Ограда строена в 1847 и 1848 годах. Внутри ограды находятся следующие здания:

- Соборная церковь во имя преподобных Дионисия и Амфилохия.

Каменная, двуглавая, в южной половине престол один – во имя преподобных Дионисия и Амфилохия, Глушицких чудотворцев. В северной половине соборной церкви, в нижнем этаже находится теплый храм во имя Благовещения Пресвятой Богородицы. В верхнем этаже – холодный храм во имя Рождества святого Иоанна Предтечи.

- Надвратная Входиерусалимская церковь.
- Настоятельско-братский корпус.

Каменный, двухэтажный. В верхнем этаже устроена домовая церковь с ризничной при ней палаткой. Престол во имя трех святителей: Василия Великого, Григория Богослова и Иоанна Златоуста.

- Часовня над колодцем.

Деревянная, бревенчатая, четырехугольная[2].

Решением ликвидационной комиссии 5 сент. 1924 г. Глушицкий монастырь был упразднен, постройки переданы детскому дому им. В. И. Ленина, движимое имущество - детскому дому и Глушицкой сельхозартели, часть церковных облачений – в «культурные учреждения» Свердловско-Сухонского района.

К началу 2006 г. в дер. Сосновец Сокольского р-на Вологодской обл. сохранился фундамент Предтеченского храма Глушицкого монастыря, где под спудом почивают мощи преподобных Дионисия и Амфилохия, 2-этажный келейный корпус с домовою церковью, погреб, часть ограды. Близ предполагаемого места захоронения преподобных братией Димитриева Прилуцкого монастыря установлен поклонный крест.

Таким образом, по описанию монастыря из литературных источников и по сохранившимся историческим фотографиям, можно составить представление о композиции Дионисиево-Глушицкого монастыря.

1. Глушицкий монастырь Вологодской епархии / сост. Н. Суворов. – Вологда, 1876.
2. Вологодская старина. Историко-археологический сборник / сост. И. К. Степановский. – Вологда, 1829.

## ГОРОДСКАЯ УСАДЬБА И.Е. ШЕСТАКОВА В ГОРОДЕ ВЕЛИКОМ УСТЮГЕ

*С.В. Оленичева*

*И.К. Белоярская, научный руководитель, канд. арх., профессор*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Город Великий Устюг – один из десяти малых исторических городов Вологодской области. Не каждый город может похвастаться таким своеобразием, самобытным обликом, своей неповторимостью и уникальностью. Великий Устюг является поистине прекрасной жемчужиной Русского Севера, образцом не только церковного зодчества, но и жилищного строительства.

Он был основан в XII веке на левом берегу реки Сухоны, недалеко от слияния рек Юга и Сухоны. Первое летописное упоминание о городе относится к 1207 году. С конца XVI века город стал называться Великим Устюгом. Незабываемое впечатление на всех приезжающих производит живописная панорама города. Обилие древних церквей и монастырей придает Устюгу историческое своеобразие.

Многочисленные деревянные дома Великого Устюга создают особый колорит старинного русского города. Веками городские постройки возводились из дерева. Лес на севере наиболее доступный и дешевый материал, но он обладает двумя недостатками: горит и поддается гниению. По этой причине самые старые из деревянных домов Великого Устюга относятся к XIX веку. Одна из интереснейших деревянных городских усадеб это усадьба И.Е.Шестакова, включающая в себя два дома. И. Е. Шестакову, владельцу фирмы "Фабрика наследниковъ Сумкина", принадлежали также конный завод (основан им в 1898 году в деревне Афамово), 26 десятин земли, три дома в Лальске.

Усадьба располагается на углу улицы Павла Покровского и Товарищеского переулка. Улица Павла Покровского — второстепенная улица Великого Устюга. Она появилась после пожаров 1772 года. Раньше была занята Щергинским ручьём и Архангельским озером. В XIX веке на ней находились церковь и два монастыря. Вместе с Товарищеским переулком улица считается охранной зоной Великого Устюга.

Двухэтажный дом, входящий в состав усадьбы, по адресу Павла Покровского 3а, построенный в конце 19-го века, является примером классицизма. По документам установлено, что построено здание в 1898 году. Дом бревенчатый, на бутовом фундаменте, обшит и покрашен в светло-коричневый цвет. Обшивка углов здания имитирует лопатки. Прямоугольные окна обрамлены наличниками с резными деталями. В доме сохранилась большая часть внутренней планировки и печи. В настоящее время используется как жилой, многоквартирный дом.

Конец XIX-начало XX века отмечены появлением нового стиля в архитектуре – модерна. Одноэтажный дом, по улице Павла Покровского 3, входящий в состав усадьбы, представитель этого направления. Является памятником архитектуры. Дом бревенчатый, на бутовом фундаменте, обшит и покрашен в голубой цвет. Прямоугольные окна обрамлены декорированными наличниками. В настоящее время дом не используется.

Архитектурные памятники Великого Устюга привлекают все больше туристов. Сюда приезжают искусствоведы, художники, архитекторы и просто любители старины. Они с интересом осматривают строения древних зодчих и восхищаются их мастерством.

Вологодская область относится к числу регионов с наиболее высоким потенциалом культурного наследия различных эпох, сохранение памятников не только способствует популяризации высоких образцов национальной культуры, но и воспитанию патриотических чувств.

К концу прошлого века гибель памятников деревянного зодчества приобрела лавинообразный характер, поэтому сейчас стала актуальной проблема спасения того немногочисленного, что еще осталось от деревянного зодчества

1. Шильниковская В.П. Великий Устюг : развитие архитектуры города до середины XIX в. / В. П. Шильниковская. – Москва : Стройиздат, 1973. – 227 с.

2. Известия Вологодского общества изучения Северного края. – Вып. VIII-Вологда, 2000. – 160 с.

3. Мальцев С.К. Великий Устюг: сохраненное и утраченное. – Вологда : Древности Севера, 2010. – 160 с.

**ВОЛОГОДСКАЯ ИКОНА « ДМИТРИЙ ПРИЛУЦКИЙ С ЖИТИЕМ »***Н.И. Павлинова**Н.Н. Вихарева, научный руководитель*Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Среди многочисленных произведений, относящихся к мастерской Дионисия, икона Вологодского краеведческого музея «Дмитрий Прилуцкий с житием», датированная 1503 годом, представляет особый научный интерес. Житийные иконы данного местночтимого святого имелись, согласно описям XVIII-XIX веков, во многих церквях Вологды. Их можно увидеть в храмах древней части города, по пути перенесения «новоизображенной» иконы в Спасо-Прилуцкий монастырь, в церквях, поставленных на месте пребывания самого Преподобного Дмитрия. Рассматриваемая икона – одна из главных реликвий монастыря – находилась в местном ряду иконостаса Спасского собора, справа от царских врат. Средник иконы, на котором изображена поясная фигура Дмитрия Прилуцкого в преклонном возрасте, со свитком в руке, окружен шестнадцатью клеймами. Сумеречный колорит средника навеян темно-коричневым монашеским одеянием. Сильное впечатление оставляет сложный оттенок и выражение лика, который гармонирует с желтовато - охристым цветом фона и создает основной цветовой акцент. В целом, икона имеет довольно плотный колорит, с преобладанием темно - фиолетовых, темно – зеленых, зеленовато - желтых и вишневых тонов.

В шестнадцати клеймах запечатлены главные события жизни преподобного Дмитрия, начиная, с пострижения в монахи и заканчивая чудесами как признаками святости. Клейма многофигурные, причем фигуры занимают большую часть площади. Композиционное построение клейм имеет развитие от краев к центру, где в свободное пространство направлены жесты рук. Начиная с третьего клейма, Дмитрий Прилуцкий изображен в образе старца. Сравнение с текстом жития, написанным Преподобным Макарием, показывает, что художник имел перед глазами его пространную редакцию, следуя ей в составе эпизодов и их последовательности при изложении событий жизни святого. Отличия между системой клейм и текстом незначительны. Художник не изображает рождение святого, так как оно не сопровождалось знаменами. Художник опускает эпизоды, трудные для иллюстрирования, для передачи которых нет готовых иконографических схем. По этой причине он не изображает, например, подвигов монашеского аскетизма, описанию которых агиограф всегда уделяет значительное внимание. Пропускает художник и эпизоды, не имеющие непосредственного отношения к святому: рассказы об учениках, события монастырской жизни. Таким образом, специфика житийной иконы накладывает на со-

став эпизодов ряд тематических ограничений, которые определяются самим жанром жития. С первой по десятую клейма изображают основные этапы и события жизни святого в хронологическом порядке: например, «Пострижение Дмитрия в монахи», «Посталение Дмитрия в иереи», «Устроение Дмитрием монастыря во имя Николы близ Переславля-Залесского». С одиннадцатой по шестнадцатую клейма посвящены чудесным исцелениям у гроба Дмитрия Прилуцкого, показывающие, что святой продолжает влиять на ход событий в мире. Это давало возможность художнику изобразить новейшие случаи исцеления, не вошедшие в текст жития. В иконе Дмитрия Прилуцкого присутствуют только конкретные случаи исцеления, что свидетельствует о документальности. Композиция этих клейм диагональная, подчеркивающая противопоставление жизни и смерти, более резкая, ритмичная.

Таким образом, житийная икона – живописное повествование, а также достоверный источник документально-исторических сведений, обладающий неопровержимой художественно-культурной ценностью. Именно состав и детали клейм послужили основой многочисленных гипотез о противоречивости датировки иконы. Историк В.О. Ключевский делает вывод, что первоначальная редакция была составлена Макарием в начале второй половины XV века и содержит описание семи посмертных чудес. Более пространная редакция возникла в результате прибавления к тексту описания еще пяти чудес. Далее, в описании десятого чуда упоминается поход русских войск на Казань. Первый такой поход был в 1468 году, следовательно, данная редакция жития не могла быть составлена ранее конца 1468 года, так как это не соответствует возрасту ее автора. Однако В.О. Ключевский допускает позднюю датировку пространной редакции серединой XVI века, чему противоречит наличие рукописей конца XV-XVI века, где содержатся 13 чудес. Ошибка знаменного историка произошла от того, что третьей соборной церковью, о строительстве которой упоминает житие, он считал каменную церковь 1542 года, тогда как в тексте явно имеется в виду деревянная. Таким образом, пространная редакция жития была создана между 1468 годом и рубежом XV-XVI веках».

1. Голейзовский Н.К. О датировке местной иконы «Дмитрий Прилуцкий с деянием» из Вологодского Спасского Прилуцкого монастыря / Н.К. Голейзовский // Голейзовский Н.К. Исследования в 3-х томах. Том I. Дионисий и его современники. Часть 1. – Москва, 2005. – С. 138-152

2. Кочетков И.А. Иконописец как иллюстратор жития / И.А. Кочетков. – С. 330-332. – Электронный ресурс [odrl.pushkinskiydom.ru](http://odrl.pushkinskiydom.ru).

**РЕСТАВРАЦИЯ ЦЕРКВИ ВОСКРЕСЕНИЯ В УСОЛЬЕ ТОТЕМСКОМ***А.С. Подосенова**И.К. Белоаярская, научный руководитель, канд. арх., профессор*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Тотьма обладает интереснейшим историко-архитектурным наследием. Городские храмы представляют собой классические образцы самобытной архитектурной школы «тотемского барокко» [2]. Одним из них является церковь Воскресения, находящаяся в предместьях Тотьмы в д. Варницы.

Деревня Варницы расположена в 3 километрах от г. Тотьмы, входит в состав Пятовского сельского поселения. Варницы примыкают к Тотьме вплотную, фактически образуя единое целое. На этом месте в пятнадцатом веке началась славная история тотемского солеварения, позволившего городу экономически процветать вплоть до открытия на юге страны больших соляных озёр.

В настоящее время на территории всей промышленной зоны Усолья Тотемского явно прослеживаются остатки соляного производства разных веков. Наиболее яркими и интересными объектами являются рассолоподъемные трубы, расположенные как по берегам реки Ковды, так и непосредственно в ее русле, церковь Воскресенская, часть усадьбы последних Тотемских солеладельцев Кокоревых, деревянное здание курорта «Тотьма».

Подлинным украшением этого пригорода является эффектно расположенный на краю полого спускающейся к речке возвышенности храм Воскресения в Варницах. Данный храм является первым примером "тотемского барокко" в городе Тотьме. В архитектуре храма сочетаются специфически барочные черты и древнерусские элементы. Стройная, устремленная вверх объемно пространственная композиция церкви напоминают силуэты белоснежных старинных кораблей. Фасады украшают изысканные орнаменты «картуши». При возведении холодного храма все объемы нижней церкви были надстроены, в связи с чем новое здание при всей вертикальной динамичности архитектурных форм верхнего храма и колокольни сохранило горизонтальность своего прежнего композиционного построения. Динамичный взлет форм вверх особенно заметен с востока. Из уникальных деталей церкви Воскресения можно отметить витую полуколонку и архивольт ранее существовавшего в западном членении северного фасада арочного проема, к которому изначально вело наружное крыльцо с лестницей. [1] Церковь господствует над окружающим ландшафтом. Благодаря выгодному местоположению на вершине крутой Хоробардиной горы длинный шпиль колокольни ранее был виден из многих мест Тотьмы.

Жители и гости района Варниц с большим вниманием относятся к проблеме сохранения объектов культурного наследия в целом и особенный интерес вызывает у них сохранение церкви Воскресения у Соляных Варниц.

В настоящее время идет волонтерское восстановление церкви силами местного населения. Преобладающее большинство охотно соглашается принять участие, оказать информационную и материальную помощь. Главная цель для местного населения сохранение здания церкви для будущих поколений. Большая часть считает возможным восстановление церкви как приходского храма. Что касается организации на базе церкви музея (в сочетании с приходским храмом), то жители и гости одобряют и эту идею.

Церковь Воскресения у Соляных Варниц обладает градостроительной, архитектурно-эстетической, эмоционально-художественной ценностями и нуждается в проведении ремонтно-реставрационных работ, благоустройстве территории церкви с концепцией организации района Варницы.

Наиболее целесообразным является восстановление памятника в режиме целостного метода реставрации, который предусматривает полное восстановление памятника на начало XX века - на тот момент, когда храм был полностью достроен и значительным перестройкам не подвергался. Проектом предлагается максимальное сохранение объемно-планировочной композиции, восстановление завершения колокольни сохранение элементов и деталей, сохранившихся до настоящего времени.

Представляется возможным устройство в церкви музея солеварения, в котором будут демонстрироваться старинные технические сооружения, использовавшиеся для производства соли, а также материалы по истории солеваренных заводов в Варницах и округе. Необходимо формирование системы кратковременного экскурсионного обслуживания различных групп населения и становление долговременного туризма. Всё это позволит привлечь туристов, людей с разных областей, благодаря чему церковь приобретёт новую жизнь.

1. Бочаров Г.Н. Сольвычегодск. Великий Устюг. Тотьма. – Москва : Искусство, 1983. – 334 с.

2. Брумфилд Вильям Крафт. Памятники церковной архитектуры Тотемского района : [XVIII в.] / В. К. Брамфилд // Тотьма. – 2001. – С. 278-285.

## ПАМЯТНИК КУЛЬТУРЫ – ЖИЛОЙ ДОМ БЕЛЫХ В ГОРОДЕ ВЕЛИКОМ УСТЮГЕ

*С. В. Полеаева*

*И.К. Белоярская, научный руководитель, канд. арх., профессор  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Великий Устюг – один из немногих городов, в котором сохранились до сегодняшнего дня множество храмов, монастырей, купеческих домов и других важных в историческом смысле строений. Одним из интереснейших объектов является дом купца Платона Савватиевича Белых, построенный в конце XIX века.

Дом закрепляет угол квартала, чем определяется его важное градостроительное значение. Видное место, которое он занимает на Красной улице, к тому же необычность его архитектурных форм, затейливые украшения привлекают внимание любого человека, проходящего мимо. До Великого Октября владельцем его был городской голова, видный купец Александр Иванович Ноготков. Он купил дом в сентябре 1907 года у купца Платона Савватиевича Белых. По документам установлено, что построено здание в 1872 году. Дом и по внешнему виду, и по внутренней планировке ничем не отличался от других жилых строений. А. И. Ноготков, купив дом, полностью перестроил его по своему. Были сделаны дополнительные помещения, изменены планировка и система отопления, заменена наружная обшивка, различные резные украшения выполнены в лучшем русском стиле. Дом стал похож на резную шкатулку, и по внешнему оформлению являлся одним из лучших в городе.

Дом бревенчатый, на кирпичном фундаменте, обшит и покрашен в коричневый цвет, детали наружного декора – в белый. Здание, сооруженное в формах эклектики, имеет живописную ассиметричную объемно-планировочную композицию, а первоначальный одноэтажный прямоугольный объем дополнен с севера двухэтажной пристройкой со сложным очертанием плана.

Главный фасад имеет симметричную трехчастную композицию с ризалитами по краям, завершенными треугольными фронтонами со шпильями. Аналогичным ризалитом отмечен также восточный край южного фасада. Треугольными фронтонами завершены фасады пристроенной части, с восточной стороны на втором этаже сделан балкон.

Обшивка углов здания имитирует лопатки. Прямоугольные окна обрамлены рамочными наличниками резными деталями. В ризалитах оконные наличники имеют завершение в виде треугольных сандриков. Венчающий карниз значительного выноса опирается на резные кронштейны. Фронтоны украшены орнаментальной обшивкой.

В доме сохранилась значительная часть внутренней планировки. Жилые и парадные помещения расположены по периметру здания, а комнаты вдоль главного фасада объединялись в анфиладу.

В 1918 году купеческий особняк перешел в собственность государства, его передали детскому учреждению. В 1920 году здесь разместилось хирургическое отделение городской больницы, где работал хорошо известный устюжанам Константин Евгеньевич Добряков. Человек высоких моральных и деловых качеств, крупный организатор, славившийся исключительно внимательным отношением к людям. Добряков возглавлял хирургическое отделение со дня открытия больницы до последнего дня.

После смерти К. Е. Добрякова, весной 1935 года, больницу возглавляла его жена, хирург Елена Иллариовна Добрякова.

Перед Великой Отечественной войной хирургическое отделение перевели в другое помещение, а дом передали детским яслям имени Клары Цеткин.

В 1990 году здание занимает Вологодский областной психоневрологический диспансер № 2, который находится там и в настоящее время.

1. Кудрин Н.М. Запечатленная память (Записки краеведа). – Архангельск : Сев.-Зап. кн. изд-во, 1986. – 159 с.

2. Паспорт «Дом Белых. Вологодская обл., г. Великий Устюг, ул. Красная, 117» из архивов АУК ВО «Вологдареставрация».

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЪЕМНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ ДЮДИКОВОЙ ПУСТЫНИ В Г.ВОЛОГДЕ

*А.А. Пошехонов*

*И.К. Белоярская, научный руководитель, канд. арх., профессор*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Холодная церковь Иоанна Предтечи – главный храм находившейся на левом берегу реки Вологды до середины XVII века Дюдиковой пустыни, владения Свято-Никольского Угрешского монастыря (располагался в местечке Угреша (современный подмосковный город Дзержинский)).

Впервые Дюдиково-Предтеченская пустынь с несколькими монашескими кельями и деревянной церковью Иоанна Предтечи упоминается в документах XVI столетия, однако ряд исследователей считает, что обитель могла возникнуть раньше. Пустынь имела важное стратегическое значение: она располагалась ровно в середине водного пути между Вологодским городищем (городом) и Спасо-Прилуцким монастырем.

Документы XVII столетия содержат информацию о том, что в 1612 году обитель была разорена шайкой бродячих поляков, после чего не восстанавливалась. Оставшаяся в живых братия расселилась по другим монастырям.

В 1651 году грамотой царя Алексея Михайловича Дюдикова пустынь передана во владение городу, а церковь Иоанна Предтечи обращена в приходскую. Два года спустя, в 1653 году, деревянная церковь заменена каменной. Она стала вторым после Софийского собора каменным церковным сооружением Вологды. Каменное исполнение – свидетельство богатства и значения Дюдиково-Пустынского прихода. В 1690 году приход насчитывал 100 дворов. Он приносил наибольший доход в архиерейскую казну по сравнению со всеми другими приходами Вологды. Название «Дюдикова пустынь» употреблялось среди вологжан вплоть до XX века.

Вот как описывает архитектурные особенности храма Иоанна Предтечи в Дюдикове Г. К. Лукомский в своей монографии «Вологда в ее старине»:

«Архитектурный остов церкви в типе храмов XVI столетия: величавый, пятиглавый куб с тремя полукружиями закомар, барабаны глав убраны полукруглыми колонками, переходящими в арочный пояс. В полукружиях закомар поздняя живопись. Три апсиды покрыты общею крышею. С западной стороны к храму примыкает уютный, позднейшей кладки (конца XVII в.) пирамидальный шатер колокольни, переходящей в восьмерик, поставленный на четырехгранное основание. Рядом с колокольнею крылечко – из двух круглых дорических столбов, перекрытых четырехскатной крышей, на которую поставлен шлемообразный купол. Вход в церковь позднейший: он убран арочками с подвешенной тонкой гирькой, но обработка самого портала старинная: она состоит из гуртов и колонок. Общий силуэт храма живописен».

«В храме хороший старинный пол из каменных плит: это редкий остаток старины – почти повсюду в свое время (особенно в Николаевскую эпоху) каменные плиты заменены были чугунными (а в нынешнее безвкусное время чугунные плиты заменяют Метлахскими плитками)».

«В общем, церковь Иоанна Предтечи, расположенная на окраине города, неподалеку от берега реки Вологды занимает довольно живописное положение и является одним из привлекательных памятников архитектуры Вологды. Интерес к ее художественному значению увеличивается особенно благодаря тому, что в храме находится много древнейших и прекрасных по письму и краскам икон, более древних даже, чем самый храм».

Архитектура храма была типична для церковного зодчества XVI – XVII веков: двустопный пятиглавый трехапсидный четверик. Храм имел большое сходство с вологодским Софийским собором, однако значительно уступал ему в размерах в два раза.

От строений, составлявших когда-то в Дюдиковой пустынь, до наших дней сохранились лишь остатки каменного трехэтажного дома, построенного

купцом Немировым. Здесь до 1917 года помещалась Немировская богадельня для престарелых граждан города. А в советское и постсоветское время – воинские учреждения.

Церковь Иоанна Предтечи закрыли 21 марта 1929 года под предлогом острого дефицита в городе помещений для общественных и хозяйственных организаций. В августе–октябре того же года Иоанно-Предтеченский Пустынский храм был передан артполку 10 стрелковой дивизии для использования под культурно-спортивные и хозяйственные надобности. Церковь разрушена до основания в 1932 году.

1. Дунаев Б. И. Северно-русское гражданское и церковное зодчество : город Вологда / Б. И. Дунаев, действ. член Имп. Моск. археологич. о-ва. - Москва : Типография В. И. Воронова, 1914. - [2], 33 с., 10 л. ил. : ил. - Отт. из "Тр. по сохранению древ. памятников". Т. 5. - Библиогр.: "Того же автора статьи по истории искусства" (с. 4 обл.).

2. Коновалов Ф. Я. Вологда, XII - начало XX в. : краеведч. слов. / Ф. Я. Коновалов, Л. С. Панов, Н. В. Уваров. - Вологда : Северо-Западное книжное издательство, Вологодское отделение, 1993. - 299, [1] с. : ил.

## РЕКОНСТРУКЦИЯ СЯМСКОГО БОГОРОДИЦЕ-РОЖДЕСТВЕНСКОГО МОНАСТЫРЯ ПОД ДУХОВНЫЙ ЦЕНТР

*Н.Н. Ракова*

*И.К. Белоярская, научный руководитель, канд. арх., профессор*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Строительство кремлей, а также монастырских комплексов, игравших важную роль в структуре древнерусских городов, получило в России особенно широкий размах в XV - XVII вв., в период становления централизованного государства. "Лучшие архитектурные традиции и градостроительные принципы русского ансамблевого зодчества аккумулировали в себе монастырские ансамбли" [1, с. 11].

Сямский Богородице-Рождественский монастырь расположен на трассе Вологда-Кириллов, по которой потоки туристов попадают в музеи Кирилло-Белозерского, Ферапонтова Богородице-Рождественского и Горицкого монастырей. Основан Сямский Богородице-Рождественский монастырь в 1524 г. Первая деревянная церковь была построена в 1525 году [2].

Сямский Богородице-Рождественский монастырь заслуживает внимание в силу своих особых достоинств и ценностей. Историческая ценность монастыря определяется его связями с историческими личностями. В Советские годы в

стенах монастыря размещалась Березниковская школа, в которой учились: русский писатель и журналист В. А. Гиляровский и авиаконструктор С. В. Ильюшин. Поэтому одна из задач реконструкции направлена на то, чтобы сделать наследие известным: номинировать как имеющее особое значение для истории и культуры не только Вологодской области, но и культуры Российской Федерации.

Градостроительная ценность монастыря основывается на взаимосвязи с планировочной системой и историко-архитектурным окружением. Комплекс каменных монастырских построек конца XVIII–сер. XIX вв., представлял собой сложившийся ансамбль и играл значительную роль в окружающем ландшафте.

Архитектурно-эстетическая ценность заключалась в том, что здания и сооружения Сямского Богородице-Рождественского монастыря сочетали стили барокко и классицизм, а строгая объемно-пространственная уравновешенность основных объемов, сгруппированных вокруг композиционного центра, придавала живописность ансамблю.

Функциональная ценность памятника состоит в том, что ансамбль можно приспособить под современные функции, как туристско-паломнический центр.

В настоящее время Сямский Богородице-Рождественский монастырь находится в руинированном состоянии. В Советский период был утрачен Собор Рождества Богородицы, стены, Святые и восточные ворота, полностью утрачены все деревянные хозяйственные постройки. Утрата основных элементов ансамбля привела к нарушению его объемно-пространственной структуры.

Выгодное положение Сямского Богородице-Рождественского монастыря на оживленной трассе Вологда-Кириллов к известным туристическим и паломническим центрам, делает возможным реконструкцию монастырского ансамбля с предложением достаточно широкого спектра современных функций.

Будет ли объект в дальнейшем восприниматься как ансамбль зависит от того, насколько он будет согласовываться с новыми потребностями, вписываться в новую систему ценностей общества? Подход к реконструкции монастырского комплекса с введением современных функций, обеспечит жизнедеятельность монастыря в современных условиях. Оптимальное решение сохранения архитектурного ансамбля - организация маршрутов автобусных экскурсий с пребыванием паломников и туристов на территории Сямского монастыря. Для этих целей проектом предусматривается реконструкция существующих строений и новое строительство.

Центральное ядро ансамбля необходимо использовать после реставрации в религиозных целях. Необходимо выделить зону, которая будет содержать музейную функцию, включающую осмотр ценностей, хранящихся в специальных музейных помещениях, и предусмотреть залы периодических выставок, залы для проведения разовых мероприятий и кинолекционные залы.

В братских одноэтажных кельях можно разместить помещение библиотеки и трапезную. В южном корпусе с башне можно разместить сторожку и помещение ремесленных мастерских.

С материальной точки зрения каждый турист нуждается в транспорте, гостинице, питании, покупке сувениров. Закон «Об основах туристской деятельности в Российской Федерации» дает определение туристской индустрии. Индустрия паломнического туризма — совокупность гостиниц и иных средств размещения, средств транспорта, объектов общественного питания, различных религиозных объектов, а также организации, предоставляющие экскурсионные услуги. Поэтому на территории монастыря предлагается построить гостиницу как пункт отдыха паломников и туристов; конференц-зал и воскресную школу. Предусматривается комплексное благоустройство территории с озеленением, организацией автостоянок, зон отдыха и пешеходных дорожек.

Таким образом, проектом реконструкции предлагается создание туристско-паломнического центра на базе воссоздания Сямского Богородице-Рождественского монастыря. Введение новой функции будет способствовать духовному и культурному воспитанию людей не только деревни Сяма, но и близлежащих поселений. Стоит еще отметить то, что туризм является наиболее очевидным и традиционным способом капитализации объектов наследия и обеспечения возврата инвестиций в реконструкцию и содержание памятников.

1. Белоярская И. К. Монастырские комплексы Вологодской области: Принципы современной реабилитации : автореф. дис.... канд. арх. – Санкт-Петербург, 2002. – 20 с.

2. ГАВО. Ф. 513. Оп. 1. Дело №1.

## **ТЯБЛОВЫЙ ИКОНОСТАС РОЖДЕСТВЕНСКОГО СОБОРА В ФЕРАПОНТОВО КАК КОНСТРУКТИВНЫЙ ТИП**

*Н.А. Романова*

*Н.Н. Вихарева, научный руководитель, ассистент*

*Вологодский государственный университет*

*г. Вологда*

Отделение алтаря от места собрания верующих - главный признак иерархичности частей храма, отражающей таинство литургии. Первоначально в византийских раннехристианских храмах алтарь отделялся от пространства храма солеей, а также тканой завесой или преградой, представлявшей собой низкую стенку-барьер. Древнейший литературный источник, сообщающий о существовании алтарной преграды, принадлежит Евсевию Кесарийскому. Он говорит о том, что в храме, построенном в Тире в 4 в., алтарь был отделен от ос-

тального пространства резной оградой. После периода иконоборчества на архитраве появился темплон, а в палеологовское время алтарная преграда закрывает пространство первого яруса. Данный тип, сложившийся в Византии, перешел на Русь в 11 веке, где постепенно претерпел ряд существенных изменений, превративших его в высокий русский иконостас.

По данным научных исследований, в русских храмах 11–12 вв. существовало два типа алтарной преграды – со сплошным темпლოном, который перекрывал весь храм по высоте, и с укороченным темпლოном, который закрывал только центральный алтарный проем. Древнейший темплон (рус. «тябло») служил для крепления завес, перекрывавших алтарное пространство на половину высоты. Затем на него стали устанавливать иконные изображения.

Древнейшая тябловая конструкция имеет плоскостное строение с более или менее выраженной архитектурной структурой. Тябла, высотой в среднем 15-16 см, являются несущими элементами иконостаса, удерживающими и разделяющими ряды икон. Для этого на верхней и нижней поверхности тябла находятся пазы, средняя глубина которых – 2 см и более. Каждое горизонтальное тябло несет один ряд икон, и, в зависимости от количества ярусов, иконостас может быть двутябловым, трёхтябловым, и т.д. Над царскими воротами тябло может переходить в коруну. Тябла с лицевой стороны украшаются росписью, рельефной резьбой. Принципиальным отличием русского тяблового иконостаса от византийских преград стало отсутствие в конструкции столбцов-колонн и установка темплона на значительной высоте. В дальнейшем эти черты в значительной степени предопределили превращение домонгольской преграды в высокий русский иконостас.

По данным научных исследований, иконостас Рождественского собора Ферапонтова монастыря вплоть до середины XVIII в. был тябловым. Сохранившиеся гнезда и штрабы, а также трое тябел послужили источником сведений для определения размеров иконостаса, а также установки этапов его эволюции. При возведении собор не получил никаких приспособлений для установки иконостаса. По Подъяпольскому, прорубка гнезд и монтаж конструкции происходил одновременно с росписью храма. Из сопоставления характера врубок и положения гнезд ученый заключил, что было произведено 2 серии конструктивных пробивок при сохранении тябловой конструкции. С самого начала тябла проходили насквозь от южной до северной стены, без отступа в северной части. Уровень двух нижних тябел иконостаса XVI- XVII вв. был определен по нижней отметке вертикальных штраб, пробитых соответственно в двух ярусах, в южной и северных стенах. С северной стороны перед жертвенником первоначально были установлены перегородки, а плоскости иконостаса как таковой не было. Вероятно, в этот период алтарная завеса размещалась глубже. При этом композиция «Видение Евлогия» на северной стене собора была полностью обзрима из основного помещения храма. Около 1550 г. был дополнен местный ярус иконостаса, а также вырублены гнезда для связей между восточными и за-

падными столбами, причем пророческие иконы располагались наклонно. «В XVII в. все тябла в иконостасе были подняты на 35 см, с частичной пробивкой новых гнезд. Пророческие иконы в иконостасе XVII в. были поставлены вертикально и придерживались верхним тяблом. Новых икон, кроме икон местного ряда, в иконостас XVII в. включено не было» [2, с. 186].

Исследователи пришли к следующим выводам: « Во-первых, иконостас Рождественского собора вначале не имел «сборного» характера: все иконы обладали стилистическим единством. Во-вторых, устройство этого иконостаса необычно: перегородка перед жертвенником отсутствует, деисус расчленен связями, пророческий ряд состоит всего из трех поставленных посередине икон» [2, с. 188]. В середине XVIII в. тябловая конструкция постепенно меняется на барочно-каркасную, которая, являясь огромной рамой для икон, становится глухой стеной с небольшими проёмами для входа в алтарь.

Данные научные выводы можно считать свидетельством того, что тип высокого русского иконостаса в виде сплошной стены с непрерывно расставленными иконами ещё не приобрёл на рубеже XV-XVI вв. значения обязательной нормы. Изменения конструктивной системы иконостаса Рождественского собора позволяют отследить эволюцию алтарной преграды как важнейшей функциональной детали христианского храма на территории Вологодской области.

1. Лидов А.М. Иконостас. Происхождение. Развитие. Символика. – Москва : Прогресс-Традиция, 2000. – 750 с.

2. Подъяпольский С.С. Каким же был иконостас Рождественского собора Ферапонтова монастыря? / С.С. Подъяпольский // Ферапонтовский сборник. – Москва, 1991. – Вып. 3. – С. 167-192.

## **РАЗРАБОТКА САМОЗАЩЕЛКИВАЮЩИХСЯ КРОВЕЛЬНЫХ ПАНЕЛЕЙ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕМОНТЕ ОБЪЕКТОВ ЖКХ И РЕСТАВРАЦИИ ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРЫ**

***В.А. Рыбаков, А.В. Дворецкий***

***В.А. Рыбаков, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент  
Костромской государственной технологической университет  
г. Кострома***

Анализ современных видов отечественных и зарубежных кровельных панелей позволил сделать выводы о необходимости исключения наружного крепления и обеспечения возможности линейной подвижности соединяемых кромок для учета тепловых деформаций кровельных панелей. Принятие гипотезы «принцип крючка» позволило создать на ее основе новый вид samozащелкивающего фальца - «Костромской», в котором охватывающая кромка кровель-

ной панели имеет нижний край в форме крючка, загнутого внутрь, а охватываемая кромка смежной соединяемой панели имеет зуб определенной формы. При соединении кромок крючок запирается зубом с силой поджатия, создаваемой упругой ступенькой, исключая самопроизвольное расщелкивание соединения от деформации деревянной обрешетки, свойственное известным самозащелкивающимся аналогам. Показаны примеры использования фальца «Костромской» на реальных строительных объектах ЖКХ, в частном секторе и при реставрации памятников архитектуры в г.Костроме и области. Выполнен расчет экономической эффективности от применения фальца «Костромского» в сравнении с двойным стоячим на основе стоимости металла, крепежных элементов и монтажа.

Кроме того, изложены и показаны на 3D-моделях и видео основные принципы работы и устройства ряда других запатентованных фальцевых соединений – панелей «Костромская ладья» и профнастила «Костромской» нескольких видов без наружного крепления и приведены данные по их изготовлению, практическому использованию и особенностям монтажа. Описан спроектированный фальцепрокатный станок модульного типа для производства кровельных панелей с новыми фальцевыми соединениями, на котором при смене профилирующих вальцев возможен выпуск 16 видов фальцевых картин (в том числе с поперечными ребрами жесткости). Принцип работы станка реализован в системе компьютерного моделирования «Компас-3D» и иллюстрируется видеороликом.

## РЕСТАВРАЦИЯ ЦЕРКВИ НИКОЛАЯ ЧУДОТВОРЦА В Д. ОЛАРЕВО

*М.Н. Смирнова*

*И.К. Белоярская, научный руководитель, канд. арх., профессор*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Сейчас значительная часть памятников архитектуры уничтожена, или резко снизила свою ценность из-за недостаточной охраны от разрушительных воздействий природных процессов. Большая часть церквей, усадебных комплексов, исторических домов оказались бесхозными и брошенными на произвол судьбы.

Церковь Николая Чудотворца расположена в поле на старом, действующем кладбище, в двух километрах севернее села Оларево. В 1773 – 1800 году памятник обладал архитектурно-эстетическими качествами, которые были выявлены в ходе предпроектного исследования. Сейчас церковь находится в разрушенном состоянии. Целью проекта реставрации является восстановле-

ние церкви Николая Чудотворца, которая включает реставрацию храма, воссоздание и функциональное преобразование окружающей среды. Необходимо включение храма в активную социально-культурную жизнь поселения, восстановление его приходской функции обеспечит его дальнейшее существование. На первый взгляд церковь Николая Чудотворца была ничем не примечательна и не таила в себе никаких неожиданностей. Казалось, что предстоит обычная реставрационная работа для выведения памятника из тяжелого состояния с восстановлением утраченных завершений, фрагментов, деталей. Однако в процессе исследований и реставрации были выявлены, уникальные в архитектурном и строительно-техническом плане моменты. Были найдены следы сбитого декора «тотемского барокко» XVIII вв., вследствие чего проявился интерес к восстановлению данного памятника. Восстановление церкви Николая Чудотворца связано с необходимостью возвращения утраченных ценностных характеристик данного объекта и благоустройством окружающей среды. Необходимо разработать проект, который благотворно повлияет на ситуацию в ближайших населенных пунктах, тем самым появятся рабочие места, и возвратится духовный центр.

Церковь Николая Чудотворца выложена из красного кирпича. Монументальное двухэтажное с низким первым этажом здание. Памятник имеет симметричную относительно продольной оси композицию, состоящую из храма с апсидой и трапезной с папертью, над которой возвышается колокольня. [2] На западном фасаде паперти перед входом сделано небольшое крыльцо. Высокий трехсветный четверик храма, доминирующий в композиции здания покрыт полусферической кровлей, завершённой широко расставленным пятиглавием. Пятигранная в плане апсида несколько ниже и уже храма. Небольшая короткая трапезная, равная по ширине храму, и паперть воспринимаются как единый объем. Двухъярусная колокольня, возвышающаяся над папертью, представляет собой квадратное основание, несущее изящный цилиндрический ярус звона, завершённый высоким шпилем. Квадратное крыльцо, обработанное тосканскими портиками, увенчано низким глухим восьмериком с полусферической кровлей. Фасады здания сильно обезличены во второй половине XIX века. От первоначального декора сохранились тонкие угловые пилястры, а также венчающие и междуэтажный карнизы. Окна с лучковыми перемычками. На южном фасаде над восточным окном третьего света под облетевшей штукатуркой читаются следы срубленного барочного навершия наличника развитой формы. [1]

Население уезжает из ближайших деревень из-за отсутствия рабочих мест, неразвитой инфраструктуры. Новая жизнь деревень может начаться с восстановлением церкви Николая Чудотворца. Храм является ценным градостроительным элементом в системе деревень Оларево, Старково, Исаево, Волково, Конаново, Барское, Шастово, Степаново, обладает архитектурно-

эстетической, эмоционально-художественной и другими видами ценностей. Необходимо вернуть каждую из этих ценностей и сохранить памятник в современном окружении.

На основании проведенного исследования, изучения исторических данных, современной ситуации, натурных обследований, результатов социологического опроса, изучении аналогов можно сделать вывод о том, что исследуемый объект представляет собой тип сельского приходского храма, исполненный в стиле «Тотемское барокко». На сегодняшний день храм находится в состоянии близком к полному разрушению и нуждается в проведении ремонтно-реставрационных работ. На основании проведенных исследований было решено разработать проект реставрации церкви Николая Чудотворца и произвести работы в режиме комплексного метода реставрации.

Эмоциональное влияние на жителей и проезжающего населения на поезде или на автомобиле оказывает и сейчас интерес к памятнику. Воссоздание этого объекта повлияет на увеличение эмоционального воздействия на общественность. Таким образом основная функция при восстановлении церкви – приходской храм. Выбор функции определили нужды населения, современная ситуация в поселении и первоначальное назначение здания. Восстановление храма, создание духовно-культурного центра, окажет благотворное влияние на население и экономику – появятся рабочие места для местного населения, а за счет гостей Оларевского Погоста появится и спонсорская поддержка.

1. АУК ВО « Вологда-реставрация». Паспорт церкви Николая Чудотворца.

2. Русаков Ю. И. Борок : к истории Боровецкой волости Вологодского уезда и губернии / Ю. Русаков. – Сокол : [б. и.], 2007. - 171 с.

## **РЕСТАВРАЦИЯ ЦЕРКВИ РОЖДЕСТВА ХРИСТОВА (ПОКРОВСКАЯ) В ГОРОДЕ УСТЮЖНЕ**

*А.О. Степанова*

*И.К. Белоаярская, научный руководитель, канд. арх., профессор  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Серьёзное значение во всех странах придаётся функциональному обеспечению отреставрированных исторических объектов, которое считается обязательным условием продолжения жизни памятника. Древние здания в европейских городах имеют широкий диапазон функций и практически используются весьма разнохарактерно. При богатом выборе функций предпочтение чаще всего отдаётся первоначальным. При утрате первоначальных функций здание, в основном, получает современное назначение, которое способствует его сохранению [1].

Город Устюжна, имеющий славную историю, во многом сохранил свой прежний облик с дошедшими до третьего тысячелетия памятниками культуры и искусства прошлых эпох, включен в список исторических городов [3].

По Конному переулку города Устюжны, от Торговой площади, можно проехать на набережную реки Мологи. С набережной правого берега реки на противоположном берегу хорошо видна полуразрушенная пятиглавая Покровская церковь [4].

Церковь в честь Покрова Пресвятой Богородицы известна с XVI столетия, деревянное здание было построено на средства прихожан. В 1780 году возведена Покровская церковь. Паперть и крыльцо с западной стороны церкви последовательно уменьшается в размерах, образуя в плане ступенчатую форму. Над четырехскатной кровлей 5 двухъярусных восьмигранных барабанов с гранеными главами и крестами процветшей формы. В XIX веке интерьер Покровской церкви украшен стенной росписью. Новую трехъярусную колокольню выстроили лишь к 1832 году. На средства прихожан в 1854 году был создан новый четырехъярусный иконостас в "византийском" стиле. В храме совершались Богослужения до 1939 года и были возобновлены в 1943 году, но пришел черед разрушения и осквернения и ей. Уничтожили иконостасы, разобрали колокольню и почти всю ограду [3].

Целью данного проекта реставрации является восстановление Покровской церкви на наиболее оптимальный период времени с приданием ему первоначальной функции.

В задачи проекта входят: восстановить формообразующий силуэт населенного пункта, выявить и проанализировать причины разрушения конструктивных элементов, максимально сохранить подлинные детали памятника и строительные конструкции, привлечь дополнительные источники финансирования, поиск инвесторов, привлечение общественности к проблеме памятника архитектуры, сбор материалов [2].

По результатам социологического опроса в городе Устюжне о необходимости восстановления церкви Рождества Христова большинство местного населения считает, что церковь нужно восстанавливать под первоначальную функцию: так ответило 90% опрошенных граждан; под музейную функцию – ответило 5%, так как храм находится на левом берегу города Устюжны и, тем самым, может привлекать туристов не только побывать в центре города, то есть на правом берегу, а также посетить и левый берег; 3 % предпочли храм под ремесленные мастерские; 2% – храм с элементами музея. При этом в восстановлении церкви местное население готово помочь собственным трудом и материальными средствами по мере возможности.

В ходе преддипломной практики были проведены обмеры Покровской церкви, было выявлено, что храм нуждается в реставрации. Обрушилось перекрытие и утрачены верхние яруса колокольни. Одна глава храма отсутствует,

четыре главки находятся в удовлетворительном состоянии. Паперть, трапезная и храм в настоящее время находятся в исправном состоянии. Колокольня и вход на неё требуют срочного ремонта. Внутреннее убранство храма полностью утрачено. Пол также утрачен.

На основании анализа исторических данных и современной ситуации, натурных исследований, проведения социологического опроса, изучении аналогичных объектов, можно сделать вывод: в целом подтверждается целесообразность и настоятельность воссоздания церкви Рождества Христова в городе Устюжне, с приданием ему первоначальной функции, целостным методом реставрации на период второй половины XIX века. При возвращении памятнику первоначальной функции необходимо предусматривать в них системы инженерного оборудования, которые обеспечат необходимые комфортные условия для прихожан и церковного клира, а также благоприятные условия для сохранности иконостасов и других элементов убранства.

1. Пруцын О.И. Реставрационные материалы: учебник для вузов. – Москва : Институт искусства реставрации, 2004. – 264 с.

2. Реставрация памятников архитектуры: учеб. пособие для вузов / С.С. Подьяпольский, Г.Б. Бессонов, Л.А. Беляев, Т.М. Постникова ; под общ. ред. С.С. Подьяпольского. – Москва : Стройиздат, 1988. – 264 с.

3. Хрусталева М.Ю. храмы Устюжны Железопольской // Устюжна : историко- литературный альманах. – Выпуск 2. – Вологда, 1993. – С. 16- 41.

4. Устюжна: [фотоальбом] : (на рус. и англ. яз.) / Уильям К. Брумфилд. – Москва : Три квадрата, 2010. – 192 с: ил.

## УЛЬТРАЗВУКОВОЙ СПОСОБ РЕСТАВРАЦИИ СПЛАВОВ ИЗ ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ

*О. И. Ханова*

*Л. М. Воронай, научный руководитель, канд. хим. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

В работе изложены результаты лабораторных исследований, проводимых на кафедре химии и секции реставрации с целью получения необходимых данных для разработки нового ультразвукового способа реставрации железоуглеродистых сплавов.

Железоуглеродистые сплавы находят широкое применение как в строительной практике, так и в реставрационной. Чугуны и стали являются самыми

распространенными материалами, массовое использование которых датируется с I века до н. э.

На практике с целью предохранения черных металлов от коррозии получают термодинамические устойчивые пленки. Широкое применение находит способ фосфатирования. Технология процесса фосфатирования проста. На обрабатываемый образец наносят фосфатирующий состав и при этом на поверхности металлов образуются малорастворимые фосфаты железа, которые формируют сплошной слой. Известно, что качество покрытий зависит от адгезии пленки к поверхности металла. Для увеличения степени адгезии необходима тщательная обработка поверхности материала. Однако если поверхностный слой металлов нарушен, не удастся получить пленки с хорошей адгезией. С целью формирования ровной поверхности и увеличения степени адгезии защитной пленки к поверхности изделия, разработан новый ультразвуковой способ фосфатирования на основе известных фосфатирующих составов.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

1. Экспериментально установить технологические режимы ультразвукового способа фосфатирования стали;
2. С помощью современных методов анализа определить эксплуатационные свойства получаемых покрытий.

Объектом исследования являются стальные образцы, которые подвергались коррозионному разрушению. С целью определения эффективности процесса ультразвуковой реставрации проводятся два параллельных опыта:

1. С применением типовой технологии;
2. Новый способ ультразвукового фосфатирования.

Образцы помещаются в раствор после фосфатирования, который рекомендуется использовать в реставрационной практике для консервации железных предметов со значительными слоями коррозии. Его химический состав: гексаметафосфат натрия – 10 г, хлорид кальция – 3,2 г, нитрат натрия – 0,05 г на 1 литр раствора. Полученный состав должен иметь кислую среду в пределах  $pH = 5,6$ . В качестве преобразователя ржавчины используют 20-процентный водно-спиртовой раствор танина, который образует в присутствии фосфатанионов комплексные соли, пассивирующие поверхность черных металлов. Исследуемые образцы обрабатываются по известной методике с погружением предметов в раствор на 30 минут при  $t = 50^{\circ}C$ . После извлечения предметов из раствора и тщательной промывки водой исследуют поверхность образцов.

Одновременно образцы обрабатывают в ультразвуковом реакторе контактного тела многофункционального назначения, который был разработан на кафедре химии в ВоГУ. Время обработки подбирается экспериментально. С увеличением времени обработки под действием кавитации возрастает температура раствора. Оптимальное время обработки образцов, при котором не происходит вторичное разрушение, составляет 5-7 минут при числе кавитации не

более 300. Число кавитации определяется кавитометром, температура – погруженным термометром и составляет 45-50°C. После ультразвуковой обработки образцы тщательно промываются водой и качество их поверхностного слоя определяется металлографическим микроскопом.

Из полученных данных следует, что с помощью ультразвуковой обработки образуется более ровный защитный слой с мелкокристаллической структурой. Без ультразвуковой обработки формируется более рыхлая крупнокристаллическая пористая структура. Следовательно, ультразвуковой способ формирования фосфатной пленки является более эффективным.

1. Семенова И.В. Коррозия и защита от коррозии / И. В. Семенова, А. В. Хорошилов, Г.М. Флорианович. – 2-е изд., испр. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 376 с.

## ПРОБЛЕМА ПОНОВЛЕНИЙ ФРЕСОК СОФИЙСКОГО СОБОРА В ВОЛОГДЕ

*О. И. Ханова*

*Н.Н. Вихарева, научный руководитель*

Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Профессионально проведенная реставрация помогает выявить, восстановить и сохранить значительную долю исторической и художественной ценности памятника, продлевая срок его существования. В 1849 году ученым И. П. Сахаровым были сформулированы теоретические принципы реставрации, основанные на критике традиционного поновительства. «Вместо восстановления уничтожают драгоценное древнее письмо и пишут все изображение вновь» [1, с. 27]. В вопросах реконструкции утраченных частей ученый предлагал ограничивать реставрационное вмешательство пределами утрат, и считал, что главной целью является раскрытие древнейшего слоя живописи, его сохранение для дальнейших научных исследований. Той же позиции придерживался и А. В. Прахов. «Важнейшая задача, которую современность ставит перед церковной археологией, есть восстановление типа древнехристианского храма ...во-первых, требуется восстановить архитектурный тип древнехристианского храма; во-вторых, установить древнейший тип его внутреннего убранства ...в-третьих, установить древнейший тип его обиходных вещей» [2, с. 35]. Намерение оставлять расчищенные стенописи без их прописывания – важный момент в методике реставрации монументальной живописи. К середине XIX века данное решение являлось новым и в то же время трудно осуществимым, так как

теперь было необходимо ориентировать работу не на умение иконописца «освежить» краски, повторяя контуры и оттенки древней живописи, а на мастерство раскрывать стенопись, расчищать ее от поверхностных загрязнений, укреплять и защищать от разрушительного действия внешней среды.

Эта проблема актуальна для фресковой живописи Софийского собора, древнейшего каменного здания Вологды, внутреннее пространство которого превосходит интерьеры многих соборов XVI века. Этому способствует прекрасная живопись, выполненная по левкасному грунту темперными красками, общей площадью около 5000 м<sup>2</sup>, украшающая внутренние стены, своды, столбы. Роспись выполнена ярославскими художниками во главе с Дмитрием Григорьевичем Плехановым, причем работа не распределялась участками между отдельными мастерами, как это было прежде, а исполнялась коллективно, с разделением труда по специальным видам работ, сохраняющим общее единство росписи. «Знаменщик» создавал композицию и рисунок, после чего другие мастера писали «палатное письмо», растительный орнамент, «доличное» письмо, и, наконец, «личники». Несмотря на высокое качество стенописи, она не избежала губительных разрушений, вызванных пожарами и нарушением элементарных правил содержания здания. После этих событий в храме было произведено несколько ремонтов, а в 1852 году – роковое капитальное поновление всей росписи. Были не только дописаны утраченные части, но и заново переписана почти вся сохранившаяся живопись. Работу выполняли ярославские иконописцы во главе с А. Колчиным. Не изменяя композицию и основной рисунок изображения, они существенно исказили колорит живописи, насытив его вульгарными красками, нарушив первоначальный цветовой строй, основанный на изысканной гармонии. Под записью, отличающейся грубым подчеркиванием объемов и излишней дробностью, пропала характерная моделировка светотени. Было потеряно не только подлинное произведение искусства XVII века, но и нарушены так удачно найденные соотношения и взаимосвязь между архитектурой и живописью. Одно из лучших произведений русской культуры века на долгие годы фактически ушло из поля зрения. В дальнейшем софийская стенопись подвергалась частичным ремонтам в 1842 и 1868 годах. Подобно многим другим памятникам, искажение фресок Софийского собора повлекло за собой ряд ошибочных заблуждений. Так И. Евдокимов в книге «Север в истории русского искусства» писал: «Роспись Плеханова ... сравнительно неуклюжа, скучна, отмечена упрощенным сухим переиначением образца ... Кисть Плеханова не отличалась силой и выразительностью линий, у него не было глубокого понимания природы красочных сочетаний: он был только хороший, добросовестный мастер-ремесленник» [2, с. 44]. Таким образом, была неверно истолкована атрибуция росписи.

В 1963 году были начаты реставрационные работы, которые велись параллельно с восстановлением позакомарных покрытий. Реставрация росписи

была вызвана очень тяжелым состоянием верхнего осыпающегося и разрыхленного красочного слоя, которое могло привести к гибели всей росписи. В ходе исследований стала очевидной необходимость сохранить лишь подлинную, первоначальную живопись с удалением всех последующих наслоений. Было произведено раскрытие, а затем полная расчистка и реставрация стенописи, после которой подлинная живопись XVII века, исполненная чистыми и сдержанными по цвету красками, вновь приобрела свое настоящее звучание. При проведении комплекса реставрационных мероприятий в отношении древней монументальной живописи необходимо оставлять видимую грань между подлинным и добавленным, а не руководствоваться желанием фальсифицировать дополняемые части. Данные действия ухудшают состояние фресковой живописи, вводят в заблуждение позднейших исследователей.

1. Реставрация памятников истории и искусства в России в XIX-XX веках. История, проблемы: учебное пособие/ А. Б. Алешин [и др.]. – Москва : Академический Проект : Альма Матер, 2008. – 604 с.

2. Баниге В.С. Вологда / В.С. Баниге, Н.В. Перцев. – Москва : Искусство, 1970. – 168 с.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТОЯНИЯ КИРПИЧНЫХ АРХИТЕКТУРНЫХ ОБЪЕКТОВ В ВОЛОГДЕ

*В.С. Четверикова*

*Л.М. Воропай, научный руководитель, канд. хим. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Известно, что проблема охраны любых архитектурных памятников является актуальной для всей мировой цивилизации. В последнее время вырос объем работ по сохранению и восстановлению памятников архитектуры, но в то же время преобладает тенденция несвоевременного выполнения реставрационных работ, а также несоблюдение технологий реставрации, что усиливает процесс разрушения данных объектов. К сожалению, такая тенденция характерна и для города Вологды. С целью разработки мероприятий для устранения данного недостатка анализируется состояние некоторых каменных зданий в городе Вологде на улицах Проспект Победы, Мира, Каменный мост и др., которые были построены XVIII - XX веках. На основании выполненного мониторинга определяется степень повреждения строительного материала и разрабатывается система косвенных реставрационных работ для сохранения памятника.

Мониторинг технического состояния проводится двумя известными способами: метод объективного наблюдения и метод зонального наблюдения. На основании метода объективного наблюдения были получены данные о месте нахождения исследуемых объектов, архитектурных и иных изменений, о выявлении опасных зон разрушения. Полученные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1

### Результаты метода объективного наблюдения

№	Местоположение данного объекта	Дата строительства	Современное хозяйственное использование объекта	Наличие архитектурных и иных изменений	Наличие опасных зон разрушений
1	Проспект Победы 21.	XIX век.	Магазин.	+	+
2	Мира 6	Конец XVIII века.	Ресторан, магазин и др.	+	+
3	Проспект Победы 6.	Начало XX века.	Ресторан	+	+
4	Каменный мост 3.	XIX век.	Кафе	+	+

Для оценки технического состояния исследуемых объектов используется метод номенклатурных исследований, метод фотофиксации, лабораторный физико-химический анализ поврежденного материала. Степень разрушения кирпича определяется гравиметрическим методом по содержанию связанного диоксида кремния, оксида кальция, оксида магния, оксида железа и алюминия. Одновременно определяется пористость по количеству поглощенной воды. Полученные данные представлены в таблице 2.

Таблица 2

### Химический состав исследуемых образцов

№ образца	Химический состав, %.				Пористость.
	SiO <sub>2</sub>	CaO + MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .	
1	48,5	3,8	17,4	3,5	8,5
2	52,7	2,4	15,2	2,8	6,9
3	51,9	4,7	18,4	2,9	7,5
4	46,9	3,4	19,7	7,8	8,9
5	49,8	2,7	16,5	2,8	8,7
Стандарт.	65	2,5	25	3	<6

Анализ полученных данных свидетельствует, что во всех исследуемых пробах наблюдается уменьшенное содержание связанного диоксида кремния и увеличение связанных соединений кальция и магния. Данные процессы сопровождаются резким уменьшением оксида алюминия. Концентрация оксида же-

леза почти соответствует норме. Для всех образцов характерно также увеличение пористости материала, что свидетельствует о процессах разрушения протекаемых в образцах.

1. Князева В.П. Экология. Основы реставрации / Князева В. П. : учебное пособие. – Москва : «Архитектура-С», 2005. – 400 с. : ил.

## **ИДЕЙНЫЙ ЗАМЫСЕЛ РОСПИСЕЙ ПОРТАЛА СОБОРА РОЖДЕСТВА БОГОРОДИЦЫ ФЕРОПОНТОВА МОНАСТЫРЯ**

*К.С. Шубина*

*Н.Н. Вихарева, научный руководитель*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Портал по силе своего эмоционального воздействия является «многократно повторённым» входом в здание, который постепенно разрастается вокруг центральной двери. Одна из причин возникновения – максимальным образом усилить впечатление, выделить, увеличить и предвосхитить вход в здание. Именно по этой причине портал естественным образом возник в первую очередь как вход в религиозные и властные постройки. Портал христианского храма расположен на западном фасаде. По христианской традиции, роспись западного фасада нередко служила отображением алтаря и алтарной преграды, концентрируя внимание зрителя на идеях заступничества и спасения. Часто на нем размещались изолированные композиции, связанные с библейскими событиями, которым посвящен храм.

Идейный замысел входной фрески собора Рождества Богородицы Ферапонтова монастыря был связан со стремлением подчеркнуть основные стороны культа Богоматери, которой был посвящен храм. Роспись представляет собой трехъярусную композицию (четвертый нижний ярус составляют отрезки пелены, украшенной двумя орнаментированными кругами). Это развитый тип фасадной декорации, стадияльно соответствующий наружной живописи таких южнославянских памятников, как, например, церковь Петра в Преспе (XIV век).

В верхнем регистре, имеющем высоту приблизительно 135 см, изображен «Деисус», его фигуры (сейчас сильно утраченные) занимают весь ярус. Композиционная особенность – несимметричное построение: в правой части изображены три фигуры, а в левой – четыре. В центре, в несколько смещенном вправо медальоне изображена фигура «Спаса на престоле». Смещение создает зрительное равновесие. Фигуры «Деисуса» воспринимаются несколько крупнее фигур

второго яруса благодаря нимбам, увеличивающим их внушительность. Слегка склоненные, фигуры вторят изгибам закомар, продолжая каменный декор.

В среднем регистре, имеющем высоту 158 см, только две фигуры даны в рост, а остальные - сидя или поколенно. Главный сюжет регистра - «Рождество Богоматери». Он состоит из четырех фресок: слева – «Анна на ложе», «Купание Марии»; справа - «Сон Марии», «Ласкание Марии». Этот состав восходит к развернутым циклам протоевангельской и древнерусской живописи. В среднем ярусе росписей раскрывается смысл посвящения храма - рождение девы, давшей физическое существование спасителю и в то же время как рождество будущей «защитницы», которая в верхнем ярусе предстает молящейся за весь «род христианский» перед Христом. Ключевая фреска второго регистра - «Анна на ложе». Ее смысловое сочетание с композицией «Деисуса» подчеркивает «заступнический» аспект культа Богоматери.

В третьем регистре высотой 173 см, слева и справа от двери, в соответствии с христианской традицией изображены архангел Михаил и архангел Гавриил. Левая фигура – фронтальная, а правая, резко развернутая влево, находится в акцептированном ритме с фигурами второго регистра. Архангелы присутствуют и в композиции «Деисуса», выступая как провозвестники тайн Господа.

Построение трех ярусов входной фрески отвечает также чисто декоративным требованиям. Отношение величины фигур к расстоянию до зрителя, соотношение размеров фигур и пропорций храма найдены очень точно. Трехъярусная композиция росписей портала согласовывалась с аналогичным членением внутренних росписей, близость к которым подчеркивалась и орнаментированными полотенцами, и фигурами архангелов, определенным образом связанными с изображениями воинов на столбах собора. Следует отметить, что программа восприятия росписей заложена таким образом, что композиция «Покров Богоматери» в люнете триумфальной арки открывается зрителю одновременно с наружной росписью еще со ступеней лестницы, которая ведет на открытую паперть. Таким образом, развитие темы прославления Богоматери происходит уже внутри храма в композициях акафистного цикла, «Соборе Богоматери», и т.д.

Отточенность общей схемы, свобода ритмических и колористических движений придает росписи характер прекрасно найденной композиции, в полной мере выражающий идейный замысел входной фрески. Ни одна из деталей не была новацией, но тем не менее они не соединялись прежде в подобном иконографическом «контексте». Сцены порталной фрески представляют собой органичный естественный сплав, редкий по четкости и продуманности. При построении композиции художниками учитывалась дальность восприятия в комплексе со всем храмом. Наружная роспись гармонично соотносится с его

объемом и воздушной средой, что и обуславливало известную пространственность ее структуры.

1. Нерсесян Л. В. Дионисий Иконник и фрески Ферапонтова монастыря / Л. Нерсесян ; [фото: Обух С. В.]. – Москва : Северный паломник, 2002. – 79 с. : цв. ил.

2. Вздорнов Г.И. Роспись собора Рождества Богородицы Ферапонтова монастыря : (перечень композиций) / Г.И. Вздорнов ; Музей фресок Дионисия. – Москва ; Ферапонтово : Музей фресок Дионисия : ТЕЗА, 1998. – 22 с.

## КОМПОЗИЦИОННЫЙ АНАЛИЗ КОРНИЛИЕВО-КОМЕЛЬСКОГО МОНАСТЫРЯ В ГРЯЗОВЕЦКОМ УЕЗДЕ

*Я.М. Юшманова*

*И.К. Белоярская, научный руководитель, канд. арх. профессор  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Корнилиево-Комельский монастырь находился в 48 верстах к югу от Вологды и в 5 верстах от уездного города Грязовца. Местоположение обители представляло собой один из живописнейших уголков Северной России. Монастырь расположен на пологой покатости, которая склоняется восточной стороной к реке Нурме, а северной – к реке Талице. Свое название монастырь получил от основателя Преподобного Корнилия и от волости, именовавшейся Комельскою.

Пространство земли, которое занимал монастырь, представляло собой почти правильный четырехугольник, обнесенный каменной оградой. В монастырь вели трое ворот: с востока – большие въездные, которые назывались святыми, а с севера и запада малые – для пешеходов.

Композиционным центром являлась Соборная, каменная церковь в честь Введения в храм Пресвятой Богородицы, построенная во второй половине XVI века. Она с двух сторон – западной и полуденной имела паперти. Храм являлся четырехстолпным пятиглавым трехапсидным без подклета, барабаны были лишены декора, центральный купол несли повышенные подпружные арки. Столбы храма были квадратными в плане. Кроме западного и южного входов имелся северный вход, переделанный позднее в окно. Стены были расчленены на три прясла узкими лопатками, закомары отделялись карнизом над лопатками. В средних закомарах северного и западного фасадов размещались прямоугольные киоты.

В связи с Введенскою с южной стороны находилась Церковь во имя Преподобного Корнилия Комельского чудотворца каменная, холодная. Крыша на ней устроена с четырьмя фронтонами, над которыми возвышался круглый глухой фонарь, увенчанный большою главою, сходной по форме с главами Введенской церкви.

К югу в 5 саженьях от Корнилиевской церкви возвышалась Воскресенская двухэтажная теплая церковь. Она соединялась с колокольней с помощью крытого каменного хода. Вход в нее осуществлялся через две площадки, покрытые сводом, который соединял настоятельский корпус с колокольней. С восточной и западной стороны был подъезд, от которого шла парадная лестница в верхний этаж настоятельского корпуса. С южной и северной стороны расположены шесть больших окон.

Церковь во имя святителя Николая Мирликийского чудотворца надвратная, каменная, холодная. Вход в церковь один из монастыря. На востоке в 10 саженьях от Корнилиевской церкви находилась небольшая каменная церковь во имя Божьей Матери. Церковь имела форму продолговатого четырехугольника. Наружные стены украшены по углам пилястрами, а в простенках между окон четвереконечными рельефными крестами.

Колокольня каменная четырехъярусная. Нижние два яруса четырехугольные, верхние два восьмигранные, покрытые шатровым верхом. Западный фасад колокольни соединялся переходом с Корнилиевским приделом. Два нижних этажа колокольни прямоугольные, они разделены на прясла узкими лопатками, этажи выделены карнизом. Третий и четвертый ярусы - восьмигранные, уменьшающиеся в высоте и ширине, с арочными проемами звона. Над четвертым ярусом возвышался восьмигранный глухой шатер с восьмигранным барабаном наверху, в основании шатра - полукруглые кокошники. В первом этаже помещался переход из собора в трапезную, во втором - монастырская ризница, в третьем - восьмерике находились колокола, а верхний восьмерик был пуст. Колокольня Корнилиево-Комельского монастыря - один из самых ранних памятников, представляющих развитие шатровой колокольни, столь характерной для XVI века.

В монастырском комплексе существовали композиционные и смысловые центры. Среди храмовой застройки выделялся собор, к которому примыкали все остальные элементы зоны, среди хозяйственных построек доминировала трапезная. Сходные по функциям постройки выделялись в отдельные группы. Выделяли зону богослужебную, зону жилую и зону хозяйственную. Внутри функциональных групп наблюдалась соподчиненность элементов друг другу. Все второстепенные постройки обитатели подражали главным, то есть формировалась композиционная связь между отдельными частями ансамбля.

Таким образом, необходимо восстановить композиционные связи Корнилиево-Комельского монастыря в Грязовецком уезде на середину XVIII века, так как именно в этот период был расцвет монастыря.

1. Сойкин П. П. Корнилиев-Комельский монастырь в Грязовецком уезде // Православные русские обители: Полное иллюстрированное описание православных русских монастырей в Российской Империи и на Афоне. – Санкт-Петербург : Воскресение, 1994. – С. 79-82. – 712 с.

2. Седов В.В. Трапезная Корнилиево-Комельского монастыря / В.В.Седов // Проект Россия. – № 1. – 2003.

3. Историческое и статистическое описание Корнилиево-Комельского монастыря : сост. в 1852 г. – Вологда: Тип. С.А. Зубова, 1855. – 114 с.

4. Токмаков Иван Федорович. Историко-статистическое и археологическое описание Корнилиево-Комельского Введенского мужского монастыря (Вологодской губ., Грязовецкого уезда): С прилож. Краткого ист.-мед.-топограф. очерка Корнилиево-Комельских минеральных лечебных источников / сост. И.Ф. Токмаков. – Москва : Печатня А.И. Снегиревой, 1897. – 36с.

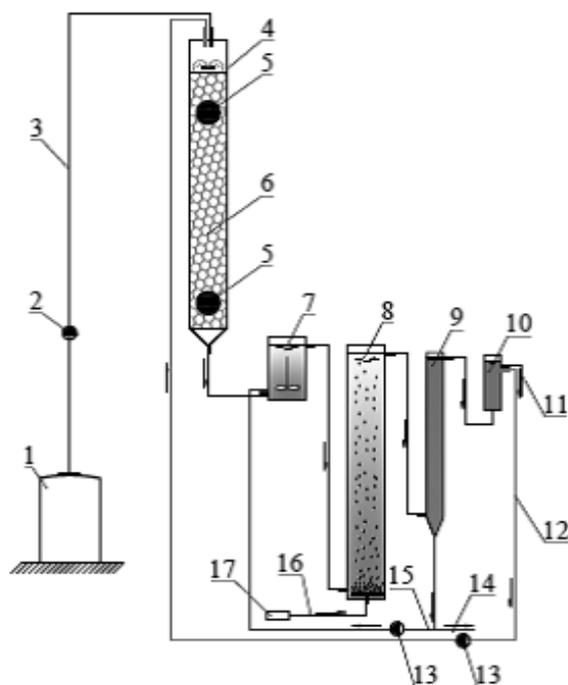
5. Корнилиево Комельский монастырь Вологодской епархии. – 2-е изд., испр. и доп. – Вологда : Тип. губ. правл., 1883. – [1], 49, [1], 23, [2]с.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ГЛУБОКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

**Ф.Ш. Абдуллаев**

**В.П. Саломеев**, научный руководитель, канд. техн. наук, профессор  
Московский государственный строительный университет  
г. Москва

С целью рационального сочетания достоинств методов биофильтрации и обработки в реакторе с активным илом, т.е. высокую скорость изъятия загрязнений, как у биофильтров, и эффективную окислительную мощность, как у аэротенков, были проведены исследования на лабораторной модели [1, 2]. Схема экспериментальной установки показана на рис. 1.



*Рис. 1. Лабораторная модель:*

- 1 – бак неочищенной сточной воды;*
- 2 – насос-дозатор; 3 – подача исходной воды; 4 – биофильтр-денитрификатор первой ступени (аноксидная зона); 5 – окно для осмотра биопленки; 6 – загрузочный материал из обрезков полиэтиленовых труб с сетчатым покрытием; 7 – биореактор-денитрификатор второй ступени (аноксидная зона); 8 – аэротенк-нитрификатор (аэробная зона);*
- 9 – вторичный отстойник; 10 – ёмкость для сбора очищенной воды; 11 – очищенная вода; 12 – рециркуляция очищенной (нитратной) воды; 13 – эрлифт; 14 – отвод избыточного активного ила;*
- 15 – рециркуляция активного ила;*
- 16 – подача воздуха;*
- 17 – компрессор*

Из бака объемом 60 л. сточная вода насосом-дозатором подавалась на поверхность биологического фильтра. Биофильтр представлял собой стеклянную колонну диаметром 100 мм и высотой 1000 мм с загрузочным материалом из цилиндрических обрезков полиэтиленовых труб с сетчатым покрытием. Объем фильтрующего материала составлял 0,0075 м<sup>3</sup>.

Распределение сточной воды по поверхности загрузочного материала биофильтра осуществлялось при помощи падающей струи. После первой ступени денитрификации смесь сточной воды с биопленкой поступала в биореактор-денитрификатор второй ступени и далее в аэротенк-нитрификатор. Для модели биореактора - денитрификатора 2-й ступени была использована колонна диаметром 100 мм из органического стекла объемом 3,0 л, а для аэротенка колонна диаметром 100 мм и объемом 9,0 л. Вторичный отстойник представ-

лял собой колонну из органического стекла объемом 2,0 л, и диаметром 50 мм. Для поддержания активного ила во взвешенном состоянии, биореактор-денитрификатор был оборудован погружной мини - мешалкой. Аэротенк был оборудован пневматической мелкопузырчатой аэрацией, а рециркуляция потоков воды и ила осуществлялась эрлифтами. Отвод очищенной воды осуществлялся из сборной ёмкости в канализацию.

Продолжительность обработки сточной воды в аэротенке достигало 7,5 часов при дозе активного ила 2,4 г/л, рециркуляции возвратного активного ила 100% и рециркуляции очищенной воды 150%.

Изменение концентрации БПК<sub>5</sub> и аммонийного азота показаны на рис. 2 и 3.

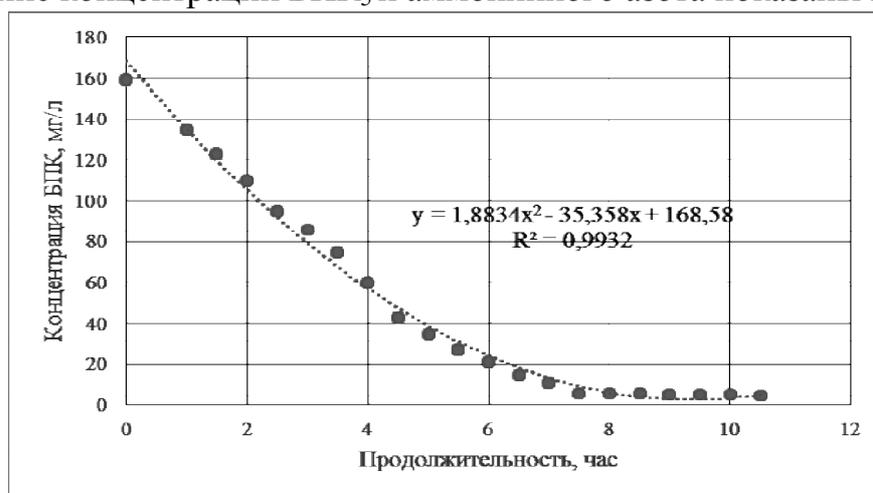


Рис. 2. Изменения концентрации БПК<sub>5</sub> (мг/л) по времени обработки (час)

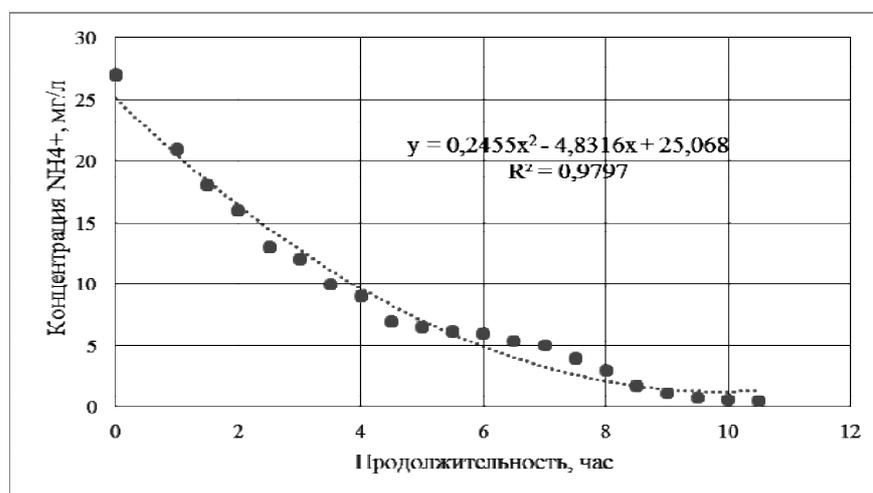


Рис. 3. Изменения концентрации NH<sub>4</sub> (мг/л) по времени обработки (час)

Выводы:

1. Результаты проведенных исследований показали возможность удаления окисленных форм азота из сточных вод путем денитрификации на биофильтрах с незатопленной загрузкой.

2. Разработанная технологическая схема может иметь практическое применение для реконструкции станций биофильтрации, что даёт возможность

значительно улучшить показатели сбрасываемых очищенных сточных вод в водоемы Российской Федерации.

1. Саломеев В.П. Реконструкция инженерных систем и сооружений водотока. – Москва, 2009.

2. Гогина Е.С. Удаление биогенных элементов из сточных вод. – Москва, 2010.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ MICROSOFT ACCESS ДЛЯ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО РЕАГЕНТНОЙ ДЕФОСФОТАЦИИ СТОЧНЫХ ВОД

*С.Н. Беликов*

*Е.А. Фокичева, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Фосфор и азот являются важнейшими биогенными элементами, лимитирующими развитие продуктивности водоемов. Поступление избытка соединений фосфора и азота с водосбора приводит к резкому неконтролируемому приросту растительной биомассы водного объекта (это особенно характерно для непроточных и малопроточных водоемов). В практике очистки сточных вод известны и апробированы физико-механические, химические, биологические и комбинированные методы удаления соединений фосфора. Наиболее стабильный эффект в условиях изменчивости содержания фосфора в исходной воде обеспечивают физико-химические методы. При исследовании процессов физико-химической очистки хозяйственно-бытовых сточных вод ОСК г. Вологды в качестве реагента предлагается использование сульфата железа (II)  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , являющегося отходом некоторых промышленных предприятий [2].

В целях определения оптимальных значений параметров технологического процесса коагуляции фосфатов на канализационных очистных сооружениях предлагается использовать методы математического моделирования [3]. Построение математической модели дает возможность оценить поведение системы при различных вариациях исходных факторов. В то же время возникает вопрос об удобстве использования полученных формул.

Например, при построении методом полного факторного эксперимента математической модели процесса дефосфотации хозяйственно-бытовых сточных вод [4] была получена формула:

$$D = \frac{105,261 - 1,224pH - 0,268t - 0,012pHt - \varepsilon}{1,855 + 0,139pH + 0,1236t - 0,014pHt},$$

где  $D$  – доза реагента, мг/л;  $pH$  – водородный показатель (находится в пределах от 5 до 9);  $t$  – температура сточной воды, 20-35 °С.

Для проведения расчетов по формулам методами математического моделирования, в том числе и по вышеуказанной, приходится оперировать значительными численными массивами одновременно. Современное программное обеспечение позволяет создать такой алгоритм вычислений, с которым впоследствии удобно и легко работать.

Одна из таких известных программ MSAccess – реляционная система управления базами данных, предназначенная для создания, наполнения информацией и редактирования базы данных. Она позволяет просто и быстро создать другие таблицы на основе одной. Для ввода значений используется форма. Понятный интерфейс позволяет без труда определить, куда нужно занести цифровую информацию. Предположим, что необходимо установить закономерность между эффективностью и дозой реагента при постоянных температуре и уровне кислотного баланса ( $t=25^{\circ}\text{C}$ ,  $pH=5.5$ ).

#### Алгоритм действий.

1. В области событий выбрать **Запрос** «Хозяйственно-бытовые сточные воды» и копировать его, щелкнув по нему ПКМ.
2. Нажать ПКМ, удерживая курсор на пустом месте области переходов. Выбрать **Вставить**.
3. В открывшемся окне дать название новой таблице.
4. Щелкнуть ПКМ по названию Вашей новой таблицы в области переходов, где в открывшемся меню выбрать **Конструктор**.
5. В окне редактирования откроется вкладка с настройками в виде таблицы, где в верхней строке названия столбцов, а слева их параметры.
6. В строке **Вывод на экран** установить видимость нужных столбцов. Для отображения поставить флажок, для скрытия убрать флажок.
7. В строке **Условие отбора** определить условие для отображения данных, использовать знаки  $>$ ,  $<$ ,  $>=$ ,  $<=$ ,  $=$  и т.д., например:  $=5,5$ .
8. Закрыть вкладку в окне редактирования, нажав клавишу (5) в правом верхнем углу окна редактирования. При этом в появившемся окне нажать кнопку **Сохранить**.

Одним из преимуществ программы является совместимость с другими программами, а именно: MS Word, MS Excel, позволяющая представить данные в виде графиков, диаграмм, поверхностей и других иллюстративных объектов.

**Ряд преимуществ программы:** удобство использования, быстрота ввода и расчета данных для пользователя, точность расчетов, исключение промахов в расчете по формулам.

**Выводы:** 1) на основе созданной базы данных можно определить требуемую дозу реагента в зависимости от необходимого эффекта очистки; 2) использование программных средств MS Access позволяет упростить и система-

тизировать расчеты по представленной выше формуле; 3) сократить время, потраченное на расчеты; 4) автоматически создать бланк для печати.

1. Алексеев, М.И. Основы постановки научных исследований по очистке сточных вод: учебное пособие для слушателей повышения квалификации преподавателей / М.И. Алексеев, Б.Г. Мишуков, Е.М. Протасовский, В.П. Голосун. – Ленинград : ЛИСИ, 1987. – 52 с.

2. Фокичева, Е.А. Обоснование места ввода реагента при очистке сточных вод от соединений фосфора с использованием сульфата железа / Е.А. Фокичева // Вестник гражданских инженеров – 2008. - № 4 (17). – С. 92-97.

3. Славутский, Л.А. Основы регистрации данных и планирования эксперимента : учебное пособие / Л.А. Славутский – Чебоксары: Изд-во ЧГУ, 2006. – 200 с.

4. Алексеев, М.И. Анализ протекания процессов дефосфотации сточных вод при использовании минеральных реагентов / М.И. Алексеев, Е.А. Фокичева // Вестник гражданских инженеров. – 2014. – № 3(44). – С. 168-175.

## ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ СУЖДЕНИЯ О ВЛИЯНИИ КАРСТА НА СТОК

*И.А. Богачев*

*З.К. Иофин, научный руководитель, канд. геогр. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Актуальность работы заключается в том, что карст – многофакторное явление, и в разных регионах он проявляется по-разному. Новизна работы в том, что в данной работе применяется новый подход – зависимость слоя инфильтрации от слоя грунтового питания рек. Карстообразование – представляет собой совокупность процессов растворения, разрушения и изменения структуры породы в сочетании с процессами суффозионного выноса. Карст существенно влияет на изменение отдельных природных компонентов и на ландшафты в целом. Наличие карстующихся пород и карстовых форм рельефа видоизменяет динамику речного потока, характер и формы транспорта наносов, что, в свою очередь, отражается на русловых образованиях, их подвижности и даже на схемах развития речных русел разного типа.

Карст, имеющийся на территории Вологодской области и на территории республики Кубы, различен по условиям формирования.

На северо-западе Вологодской области развит только карстовый денудационный рельеф, происхождение его связано с растворением карбонатных пород. На территории Кубы огромные мощности карбонатных отложений от юрского до четвертичного возраста, в частности преобладание формаций неогена и четвертичного возраста – все это служит основой развития карста. Основной целью исследования является оценка наличия карста и знака влияния

карста на сток рек Кубы и рек Северо-Запада России (на примере Вологодской области). В ходе проведения работы мы выполнили наиболее важные задачи, а именно: построение графика зависимости слоя инфильтрации от слоя грунтового питания рек, показанного на рисунке, и выполнение анализа зависимости слоя инфильтрации от слоя грунтового питания рек. В работе принята концепция взаимосвязи грунтового питания рек и инфильтрации. Мы считаем, что при наличии влияния карста грунтовое питание минимально и наоборот, при большом грунтовом питании нет условий для карстового проявления.

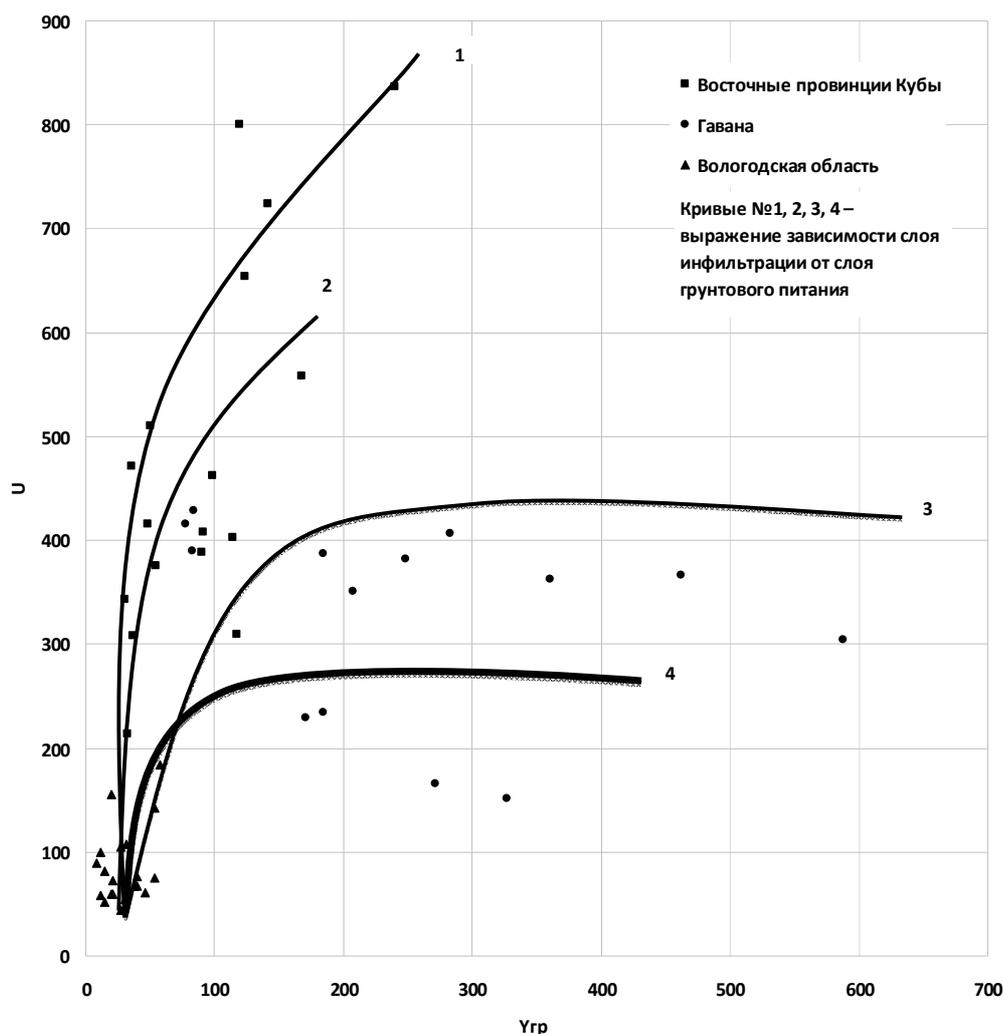


Рис. Зависимость слоя инфильтрации от слоя грунтового питания

По данным исследования следует, что имеющаяся оценка влияния карста на сток достаточно эффективно проявляется на карстовых массивах Кубы, в частности западных провинциях. Материалы наблюдений на всех постах указывают, что имеет место отрицательное влияние карста на сток, т.е. за счет увеличения инфильтрации сток уменьшается. В таком случае коэффициенты влияния карста имеют значения меньше 1. Кроме западных провинций, некоторые водосборы рек восточных провинций также испытывают влияние на

сток карстовых проявлений. Согласно исследованиям, коэффициенты влияния карста изменяются от 0,22 до 0,88.

Принятый способ оценки влияния карста по связи слоев инфильтрации от грунтового питания рек оказался действенным.

## **ОЧИСТКА ПРОМЫШЛЕННО-ДОЖДЕВЫХ СТОЧНЫХ ВОД ЗАВОДОВ МАШИНОСТРОЕНИЯ МЕТОДОМ СОРБЦИИ НА ОСНОВЕ АКТИВИРОВАННОГО АЛЮМОСИЛИКАТНОГО АДСОРБЕНТА**

*Д.А. Букарев*

*В.Г. Иванов, научный руководитель, д-р техн. наук, профессор  
Петербургский государственный университет путей сообщения  
Императора Александра I  
г. Санкт-Петербург*

Машиностроение – одна из отраслей тяжелой промышленности. В ведомстве машиностроения находится производство приборов, орудий, машин и создание продукции в оборонных целях.

*Сточные воды заводов* подразделяются на три основных вида: производственные, атмосферные (производственно-дождевые) и бытовые.

*Сточные воды заводов сельскохозяйственного машиностроения* можно разделить на бытовые, производственные и ливневые. Производственные сточные воды по характеру загрязнений делятся на нефтесодержащие и химически загрязненные. Химически загрязненные сточные воды отводятся двумя сетями: кислотно-щелочных стоков и хромсодержащих стоков. Очистка их осуществляется раздельно.

В последние 10 лет наблюдается развитие машиностроительной отрасли в РФ (в Северно-западном регионе запуск заводов по производству машин «FORD», «NISSAN», «HYUNDAI», «CATERPILLAR» и т.д.), что привело к увеличению сбросов недостаточно очищенных производственно-дождевых сточных вод, в том числе и по тяжелым металлам в различные поверхностные водоемы и централизованные городские системы канализации.

Актуальность данной работы обусловлена все возрастающей потребностью заводов машиностроения (при постоянных ужесточениях ПДК на сброс в водоемы) в достаточной степени очистки образующихся сточных вод и необходимости снижения затрат, связанных с выплатой штрафных санкции ГУП «Водоканал». Необходима разработка компактных очистных установок, так как заводы ограничены в свободном пространстве, на которых можно расположить дополнительное оборудование. Эти компактные установки должны быть просты в эксплуатации и требовать минимального вмешательства человека в технологические процесс.

Анализ работы существующих на предприятиях машиностроительной отрасли очистных сооружений показывает, что многие из них в настоящее время не в полной мере отвечают современным нормативным требованиям природоохранных органов к качеству очищенной воды.

При сбросе очищенных стоков в водоемы, были отобраны пробы, которые показали превышение концентраций ПДК по следующим показателям: нефтепродукты (2-40 ПДК), ионы железа (2-30 ПДК), ионы марганца (1,5-5 ПДК), ионы алюминия (0,3-40 ПДК), по остальным металлам, если и было превышение, то незначительное. Сводный анализ сточных вод производств представлен в таблице.

Таблица

**Показатели качества производственно-ливневых сточных вод машиностроительных производств Северо-западного региона РФ**

Показатели производственно-ливневой сточной воды перед сбросом, различных заводов машиностроения						
Наименование контролируемого показателя	Выборгский судостроительный завод	ООО «Катерпиллар Тосно»		Производственная база СПб, Индустриальный пр. 42		
Концентрация загрязняющих веществ в пробах сточных вод, мг/л						
	Концентрация	ПДК	Концентрация	ПДК	Концентрация	ПДК
Взвешенные вещества	4,55	7,25	2,63	10,25	0	5,75
БПК	10,4	3	12,12	3	-	-
ХПК	64	30	41,83	30,0	52	30
нефтепродукты	0,19	0,05	0,05	0,05	0	0,05
Железо	2,0	0,1	1,02	0,1	2,1	0,1
Хлориды	216	89	186,96	284	13	300
Сульфаты	40	100	15,0	10	-	-
Медь	0,02	0,001	-	-	-	-
Цинк	0,079	0,01	-	-	0,072	0,01
Марганец	0,31	0,01	-	-	0,11	0,01
Алюминий	-	-	-	-	0,3	0,04
Ртуть	-	-	-	-	0	0,00001
Азот аммонийный	2,7	0,4	0,88	0,4	-	-
Фосфор общ.	0,041	1,2	-	-	-	-
Сухой остаток	590	490	718,13	270	-	-

Для решения данных вопросов на кафедре «Водоснабжение, водоотведение и гидравлика» была разработана и смонтирована лабораторная установка. Это экспериментальная установка позволяет исследовать процесс фильтрации при различных высотах слоя сорбента и разных скоростях, оценить эффект пристеночной фильтрации, также определить характеристики сорбента, свя-

занные с его сорбционной ёмкостью. На экспериментальной установке будет исследоваться новая модификация активированного алюмосиликатного адсорбента (ААА), которая была разработана на кафедре «Водоснабжение, водоотведение и гидравлика» под руководством профессора Петрова Е.Г.

Сорбент ААА представляет собой искусственный пористый гранулированный материал, получаемый на основе природных компонентов. Адсорбент является оптимальным, экономически эффективным решением для удаления широкого спектра загрязнений, включая: железо, стронций, ТЦМ, алюминий, нефтепродукты, фенол, фтор и др. Сорбент ААА рекомендован для применения как в напорных, так и в безнапорных системах в качестве основного или многослойного элемента слоя загрузки.

Ступень сорбции с загрузкой ААА будет входить в состав разрабатываемой комплексной очистной установки для очистки промышленно-ливневых сточных вод. Для определения размеров фильтров, высоты сорбционного слоя, величины фильтроцикла, а также определения области применения будет использована собранная экспериментальная установка

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЛОЯ ОСАДКОВ, ОТВОДИМОГО НА ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

*Д.В. Вдовин*

*Е.Д. Палагин, научный руководитель, канд. техн. наук*

Самарский государственный архитектурно-строительный университет  
г. Самара

Для расчета объема поверхностного стока с селитебных территорий и площадок предприятий, отводимого на очистные сооружения г.о. Самары необходимо определить  $W_{оч}$ , м<sup>3</sup> – объем стока от расчетного дождя, по формуле:

$$W_{оч} = 10 h_a F \Psi_{mid}, \quad (1)$$

где  $h_a$  – максимальный слой жидких атмосферных осадков, мм;

$F$  – площадь, с которой собирается поверхностный сток, га;

$\Psi_{mid}$  – средний коэффициент стока.

Величина  $h_a$  по рекомендациям «НИИ Водгео», определяется при помощи построения графика функции распределения вероятности (ФРВ) суточного слоя жидких атмосферных осадков для данной местности в период года с положительными среднемесячными температурами воздуха. В качестве исходных показателей для построения графика ФРВ допускается принимать: данные многолетних наблюдений метеостанций за атмосферными осадками в конкретной местности (не менее чем за 10-15 лет); данные наблюдений на ближайших репрезентативных метеостанциях; обработанные данные, представлены в таблице 8 «Справочника по климату СССР».

Определим суточные слои жидких атмосферных осадков  $h_a$  для условий г.о. Самары с периодом однократного превышения расчетной интенсивности дождя  $P_1 = 0,05$ ,  $P_2 = 0,10$  и  $P_3 = 0,075$  года.

Исходными показателями являются сведения об ежесуточном количестве атмосферных осадков в Самаре с 2003 по 2013 г. по данным ВНИИГМИ-МЦД. Выполнив обработку данных за десятилетний период, получили сводную таблицу, из которой следует, что в г. Самаре наблюдаются положительные среднемесячные температуры (с апреля по октябрь), дождливых дней с осадками более 0,1 мм – 68,5; с осадками 5 мм и более – 20,5; и 8,8 дней с осадками 10 мм и более.

Все необходимые вспомогательные расчеты производились согласно рекомендациям «НИИ Водгео», а именно выполнены вспомогательные вычисления и определены координаты точек ФРВ величины суточного слоя выпадения жидких атмосферных осадков и вероятность суточного слоя дождя. Затем был построен график ФРВ и по нему определена величина суточного слоя жидких осадков  $h_a$ , с соответствующим периодом однократного превышения.

Из полученных данных только при периоде однократного превышения более 0,075 расчетные значения находятся в рекомендуемой области 5-10 мм. Проведена оценка влияния длины ряда наблюдений на расчетные значения слоев осадков. Для этой цели произведены расчеты для укороченных рядов наблюдений, а также определены расчетные суточные слои осадков при построении ФРВ по исходным не сгруппированным статическим рядам разной длины.

Результаты расчетов были представлены в табличной форме, в которой приводились значения получаемой погрешности относительно значений, рассчитанных по исходному наиболее продолжительному не сгруппированному ряду наблюдений, для которого при периоде однократного превышения  $P = 0,05 - 0,10$  суточный слой осадков находится в пределах 4,95 – 9,00 мм, что практически соответствует данным «НИИ Водгео».

Группированные данные при продолжительности наблюдений 75 лет, полученные значения близки данным работы [1], в которой использовались материалы «Справочника по климату СССР».

Производимый расчет по сгруппированным данным вносит дополнительные погрешности в результаты – ошибки группировки. Основной причиной погрешности является то, что в интервалах (градациях) учитываются не средние значения, а середины градаций.

Анализ данных показывает, что средняя ошибка при расчете по простому статистическому ряду составляет 5%, причем для периодов 10 и 15 лет ошибки не превышают 2%. Повышенные погрешности наблюдаются при использовании ряда продолжительностью 25, но и они в основном не превышают 10%.

### Вывод

Для условий г. Самары суточный слой атмосферных осадков от малоинтенсивных часто повторяющихся дождей с периодичностью однократного превышения расчетной интенсивности  $P = 0,05 - 0,10$  года составляет  $h_a = 4,95 - 9,00$  мм.

1. Гриднева М.А. К расчету очистных сооружений поверхностного стока в условиях г.о. Самара / М.А.Гриднева, С.В.Шувалов и др. // Актуальные проблемы в строительстве и архитектуре. Образование. Наука. Практика: материалы 66 Всероссийской науч.-техн. конф. По итогам НИР за 2008 г. Часть II / Самарский гос. арх.-строит. ун-т – Самара, 2009. – С.105-107.

## АНАЛИЗ АНТРОПОГЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ РЕК ОКИ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 100 ЛЕТ

*Е.Ю. Волкова, Р.Е. Рупилауките, О.С. Сивцова*  
*В.В. Волшаник, научный руководитель, д-р техн. наук, профессор*  
Московский государственный строительный университет  
г. Москва

Река Ока – одна из великих рек восточно-европейской части Российской Федерации. Длина реки 1480 км, площадь водосбора составляет около 245 тыс. км<sup>2</sup>. Река начинается из маленького родника в селе Александровка Орловской области. Из-за сильной извилистости Ока протекает по 7 областям: Орловской, Тульской, Калужской, Московской, Рязанской, Владимирской, Нижегородской. На Оке стоят города: Орел, Калуга, Серпухов, Ступино, Кашира, Коломна, Рязань, Муром, Павлово, Дзержинск, Нижний Новгород. У Нижнего Новгорода Ока впадает в Волгу, а в саму Оку впадет более 25 рек. Река была судоходна от г. Чекалин Тульской области до устья. Регулярное судоходство поддерживалось от устья р. Москвы у г. Коломны до впадения в Волгу. На реке построены две плотины со шлюзами: в Московской области возле Белоомута и Кузьминская, в Рыбновском районе Рязанской области.

Берега Оки были заселены многие сотни лет тому назад. Происхождение названия реки ученые связывают либо с финским *joki* «река», либо с индоевропейским *aqua* «вода». На берегах Оки сегодня проживает около 10% населения России. Все эти люди, промышленность, сельское хозяйство, транспорт, рекреации интенсивно используют речную и подземную воды, что приводит к их сильному загрязнению, и к загрязнению площади водосбора.

Для разработки программы очистки и поддержания экологического состояния бассейна реки необходимо иметь результаты экологического мониторинга. В соответствии с этим было принято решение: изучить экосистему (ее

географическое положение, компонентный состав, особенности); выявить факторы воздействия; рассмотреть способы преодоления негативного воздействия.

На экосистему Оки оказывают негативное воздействие несколько факторов: увеличение выноса наносов с водосборов в результате сведения лесов и интенсивной распашки земель, особенно сельскохозяйственного освоения поймы; нарастающие объемы водозаборов на промышленные, коммунальные и сельскохозяйственные нужды, в том числе безвозвратные; добыча песчано-гравийной смеси в русловых и прирусловых карьерах; проведение дноуглубительных работ; интенсивное техногенное химическое загрязнение воды и донных отложений; эксплуатация речного транспорта.

Основными источниками загрязнения являются недостаточно очищенные сточные воды промышленных и коммунальных предприятий, крупных животноводческих комплексов, отходы производства при разработке полезных ископаемых, сбросы водного и железнодорожного транспорта, смывы с полей части почвы, содержащей различные агрохимикаты.

Поверхностные воды бассейна приносят повышенное содержание соединений азота и фосфора. Основными загрязняющими веществами воды реки Ока являются соединения железа, меди, легкоокисляемые органические вещества, нитритный азот, нефтепродукты, фенолы, аммонийный азот.

За последние 10 лет падение уровня воды в верховьях реки достигло 170-220 см, что уже привело к потере нерестилиц и кормовой базы, уменьшению численности популяций рыб и деградации системы самоочищения реки. За последние годы нарушился температурный режим реки.

При рассмотрении экосистемы реки Оки было установлено:

1. Река имеет большую протяженность, в связи с этим состав ее экосистемы очень разнообразен.

2. Река имеет большое значение для населения европейской части России, так как это крупный источник пресной воды.

3. Воды Оки используются предприятиями, находящимися вблизи ее берегов.

4. Главным фактором загрязнения являются хозяйственно-бытовые и промышленные сточные воды, антропогенную нагрузку добавляют притоки реки. Наибольшее загрязнение несет река Москва.

5. Загрязняют реку сельское хозяйство, животноводство. Основным загрязнителем от этих объектов является азот аммонийный и нитритный.

6. Общее экологическое состояние реки можно считать удовлетворительным, хотя в некоторых регионах оно имеет 4 класс опасности.

Предложены следующие пути улучшения состояния качества воды Оки:

1. Улучшение очистки сточных вод в городах и в небольших населенных пунктах.

2. Экологический мониторинг дает положительные результаты, т. к. развивает экологическую мораль в обществе.

3. Снижение выбросов в атмосферу от предприятий, котельных, автомобилей.

4. Искусственная аэрация воды позволяет повысить самоочистительную способность воды при небольших затратах энергии на эксплуатацию аэрационной системы [1, 2].

1. Очистка Большого пруда Московского зоопарка системой замкнутого водооборота и струйно-вихревой аэрации / Богданов В.М., Боровков В.С., Волшаник В.В. // «Чистый город». – 2000. – № 1. – С. 42-48.

2. Вихревые аэраторы — принцип действия и конструкции / Волшаник В.В., Карелин В.Я., Орехов Г.В., Зуйков А.Л. // Сборник науч. трудов, посвященный семидесятилетию факультета гидротехнического и специального строительства МГСУ. – Москва, 2001. – С. 5-18.

## **ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ ОСАДКОВ СТАНЦИЙ ГЛУБОКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД**

*О.А. Глебова*

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

В процессе очистки сточных вод в настоящее время актуальной задачей является эффективная обработка и утилизация осадков сточных вод. На очистных сооружениях канализации (ОСК) г. Вологды весь образующийся осадок представлен избыточным активным илом (ИАИ), который поступает уплотняться в гравитационные илоуплотнители, далее подается насосом в цех механического обезвоживания (ЦМО) на пресс-фильтры и в дальнейшем утилизируется.

Целью данной работы является оценка особенностей обработки осадков станций глубокой очистки сточных вод.

Находясь в илоуплотнителе в бескислородных условиях, активный ил выделяет фосфаты  $PO_4^-$  в иловую воду [1]. В ЦМО избыточный активный ил обезвоживается до 70-80 %, фугат, образующийся после обработки на пресс-фильтрах и содержащий некоторое количество реагента, может использоваться для интенсификации процессов уплотнения.

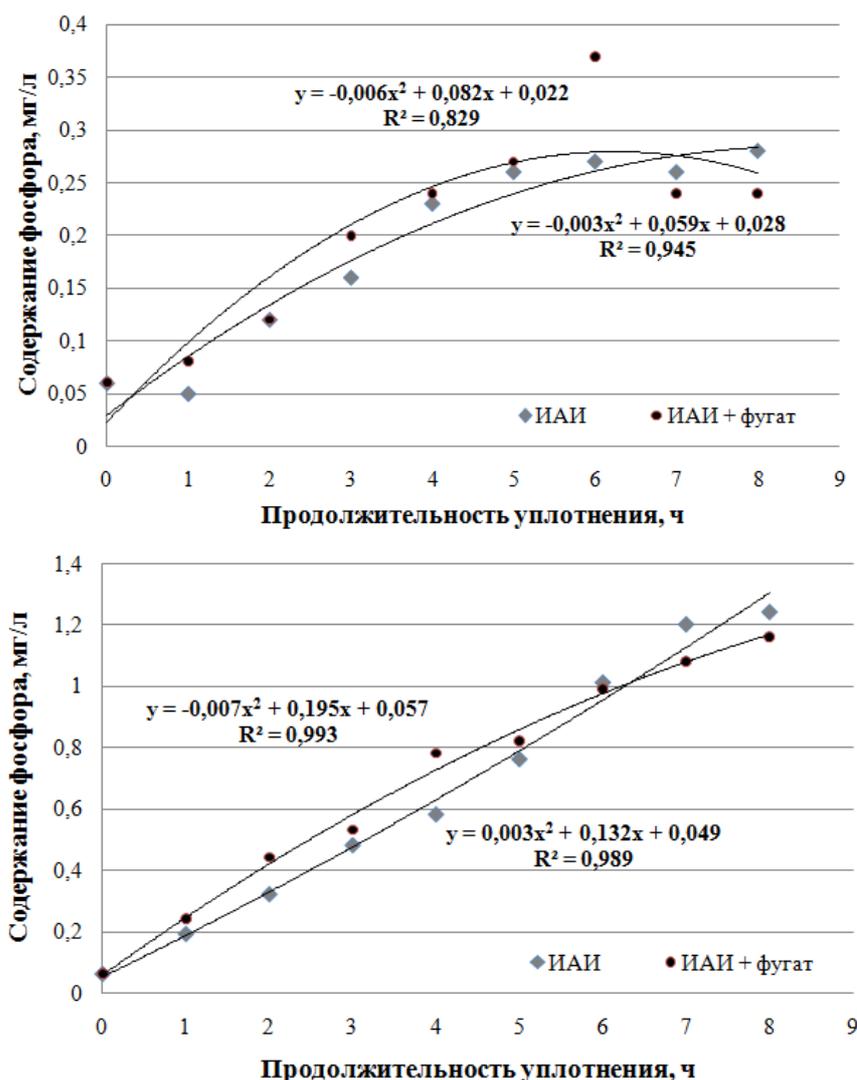


Рис. Динамика изменения содержания фосфора в надильной воде и фильтрате от продолжительности уплотнения избыточного активного ила

Были проведены исследования по оценке изменения удельного сопротивления (показателя, характеризующего влагоотдающие свойства осадка) и изменения фосфатов при уплотнении осадков сточных вод. Исследования проводились с реальными осадками ОСК г. Вологды в лабораторных условиях. Уплотнение происходило в течение 8 часов в цилиндрах объемом 1 литр. Параллельно ставились цилиндры с избыточным активным илом с добавлением фугата в соотношении 90%:10%. В процессе уплотнения избыточный активный ил разделяется на 2 слоя: надильную воду и фильтрат. Для того чтобы определить зависимость содержания фосфора от продолжительности уплотнения, были проведены следующие исследования. В каждом цилиндре через одинаковый промежуток времени (1ч) производился отбор пробы в надильной воде и фильтрате и проводился анализ на фосфаты. В надильной воде в обоих случаях концентрация фосфора в течение 8 часов увеличивалась практически одинаково. На рисунке представлена динамика изменения содержания фосфо-

ра в фильтрате от продолжительности уплотнения. Концентрация фосфора в фильтрате представлена прямой зависимостью. Чем дольше идет процесс уплотнения, тем больше концентрация фосфора. Однако в пробе, где избыточный активный ил уплотнялся с добавлением фугата, можно заметить, что скорость выхода фосфора снижается после 6 часов. Уплотнение избыточного активного ила с добавлением фугата происходит значительно быстрее в первые 6 часов в сравнении с уплотнением без добавок.

Выводы:

1. Исследованы зависимости содержания фосфора в надильной воде и фильтрате от продолжительности уплотнения осадка сточных вод. С увеличением времени концентрация фосфора повышается.

2. В дальнейших исследованиях будет оцениваться эффективность изъятия фосфора в фильтрате при добавлении фугата, образующегося после пресс-фильтров в уплотняемый осадок.

1. Амбросова Г.Т., Бойко Т.А., Ксенофонтова О.В. Изучение способа удаления фосфора из сточной жидкости // СтройПРОФИль. – 2006. – № 8.

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ МОДЕЛИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ЦИРКУЛЯЦИОННОГО ОКИСЛИТЕЛЬНОГО КАНАЛА

*И.А. Гульшин*

*Е.С. Гогина, научный руководитель, канд. техн. наук, профессор  
Московский государственный строительный университет  
г. Москва*

Рациональное природопользование и охрана окружающей среды являются одними из приоритетных направлений современной науки. Это связано с тем, что практически любое техническое либо социальное развитие общества в большей или меньшей степени затрагивает вопросы экологии, в том числе охрану водных ресурсов. Исключительно важную роль при этом играет очистка сточных вод.

Современные реалии таковы, что основной темой исследований в области очистки сточных вод в настоящее время является энергоэффективность и поиск возможностей снижения эксплуатационных затрат при сохранении высокого качества очистки. В то же время растущая субурбанизация населения повышает спрос на малые локальные очистные сооружения. Таким образом, представляется перспективным исследование сооружений, предназначенных для очистки сточных вод, поступающих от малых населенных пунктов с целью разработки технологических и конструктивных решений по снижению их капитальных и эксплуатационных затрат.

Одним из наиболее простых и дешевых сооружений в конструкционном и эксплуатационном плане является циркуляционный окислительный канал. Такой тип биореакторов широко распространен в мировой практике очистки сточных вод, а развитие пневматических систем аэрации позволило снять большую часть наложенных на его конструкцию и область применения ограничений. Однако повышенные нормативы по качеству очистки сточных вод от биогенных элементов требуют изменения традиционных технологических схем, нацеленных, в основном, на удаление органических загрязнений.

На базе лаборатории кафедры водоотведения и водной экологии и аналитического комплекса научно-образовательного центра «Водоснабжение и водоотведение» Московского государственного строительного университета проводится исследование лабораторной модели энергоэффективного окислительного канала с возможностью глубокой очистки от соединений азота. Теоретическое обоснование исследовательского проекта – возможность возникновения процесса симультанной денитри-нитрификации в хлопке ила при пониженных концентрациях кислорода. Согласно многим источникам, при концентрации кислорода в сооружении ниже 1 мг/л в крупных флоккулах ила из-за диффузионных ограничений возникают анаэробные микрзоны. Таким образом, становится возможной одновременная нитрификация во внешних объёмах флоккулы и денитрификация во внутренних при пониженных энергозатратах на аэрацию сооружения. Эффективность симультанной денитри-нитрификации зависит от множества факторов, в том числе от скоростей и гидравлических режимов в сооружении. Целью исследования является определение оптимальных технологических параметров для осуществления этого процесса в лабораторных условиях. Эксперимент проводится на искусственной сточной воде, характерной для Московского региона, что упростит переход к этапу полупромышленных исследований.

В настоящее время завершён первый этап эксперимента, длящийся 6 месяцев, и начат второй. В ходе первого этапа был собран и выведен в рабочий режим основной конструктивный элемент лабораторной модели. На первой стадии этого этапа в режиме максимального кислородного насыщения была получена биомасса с крупными флоккулами ила и достигнуто стабильное удаление аммонийного азота и органики. На второй стадии концентрация кислорода постепенно понижалась до тех пор, пока не было получено стабильного удаления азота нитратов. При этом отмечались зависимости эффективности нитрификации и денитрификации как от средней концентрации кислорода, так и от скоростей потока в канале. В ходе 1 этапа эксперимента были получены технологические параметры, при которых начался процесс симультанной денитри-нитрификации, а также построены и рассчитаны основные биохимические зависимости, в том числе уравнения Михаэлиса – Ментен по графикам Лайнувера – Бэрка. Часть данных по одной из стадий исследования приведена в таблице. Полученные зависимости характеризуют стабильную работу системы и дают основание для дальнейших этапов эксперимента.

Таблица

Средняя концентрация O <sub>2</sub> , мг/л	Продолжительность очистки, ч	Скорость потока жидкости по конфигурации модели, м/с	Эффективность, %			Максимальная скорость		Скорость реакции	
			удаления органических загрязнений	нитрификации	денитрификации	окисления, мгБПК/(г·ч)	нитрификации, мгNH <sub>4</sub> /(г·ч)	окисления, мгБПК/(г·ч)	нитрификации, мгNH <sub>4</sub> /(г·ч)
1.8	7.5	0.2	96	85	65	16.3	67.11	$\frac{16.3 \cdot L_{ex}}{2.941 + L_{ex}}$	$\frac{67.11 \cdot C_{NH_4}}{25 + C_{NH_4}}$

На втором этапе постепенно снижается концентрация кислорода до значений меньших 1 мг/л, при этом также отслеживается изменение эффективности нитрификации и денитрификации. При достижении стабильной и эффективной денитрификации планируется изучение флокул активного ила на молекулярном уровне по методу FISH (флуоресцентная гибридизация in situ) и на микроскопическом уровне методами лазерной сканирующей конфокальной микроскопии и электронной растровой микроскопии. Результаты второго этапа эксперимента будут использованы в дальнейшем для создания и калибровки математической модели биологической очистки сточных вод, основанной на изучаемых процессах и модели ASM2d. Эта модель будет использована на полупромышленном этапе исследования.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛАГОУДАЮЩИХ СВОЙСТВ ОСАДКОВ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ КАНАЛИЗАЦИИ

*Р.С. Занин*

*А.А. Кулаков, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет  
г. Вологда

В настоящее время актуальной проблемой остается очистка сточных вод. С увеличением количества предприятий, построек, населения и т.д. увеличивается количество сточных вод, нуждающихся в обработке для последующего применения или выпуска в окружающую среду.

Сточные воды, поступающие на очистные сооружения канализации (ОСК), содержат весьма разнообразные по составу загрязнения минерального, органического и бактериального происхождения, в виде растворов, коллоидов, плавающих и взвешенных веществ. Осадки сточных вод - суспензии, выделяемые из сточных вод в процессе их механической, биологической и физико-химической очистки [1].

В химической и других отраслях промышленности фильтруемость суспензий характеризуется удельным сопротивлением осадка. В данном случае

под осадком подразумевается слой кека, отлагающегося на фильтре при фильтровании суспензии.

Согласно теории фильтрования суспензий удельное сопротивление осадка  $r'$ , характеризует сопротивление фильтрации и фильтруемость (водоотдачу) осадков. Чем выше удельное сопротивление, тем меньше водоотдача осадка [2].

На некоторых ОСК отмечаются следующие факторы, мешающие нормальной утилизации осадка:

- неприятный запах в процессе обезвоживания, хранения и вывозки.
- плохая водоотдача уплотненного ила при механическом обезвоживании.

Это приводит к снижению производительности фильтр-прессов более чем в два раза и к необходимости сброса не обезвоженного осадка на иловые карты.

Целью работы является оценка изменения удельного сопротивления осадка при его обработке на примере ОСК г. Вологды.

Опыты проводились на городских сооружениях с реальным осаждением, процесс уплотнения активного ила моделировался в цилиндрах объемом 1л. Определялись параметры осадка через равные промежутки времени.

Одновременно через некоторые промежутки времени из проб уплотненного активного ила определялось удельное сопротивление.

Динамика уплотнения избыточного активного ила представлена на рисунке.

Определив удельное сопротивление активного ила до процесса уплотнения и после процесса уплотнения, наблюдалась небольшая тенденция изменения его свойств водоотдачи, от которой зависит скорость его обезвоживания.

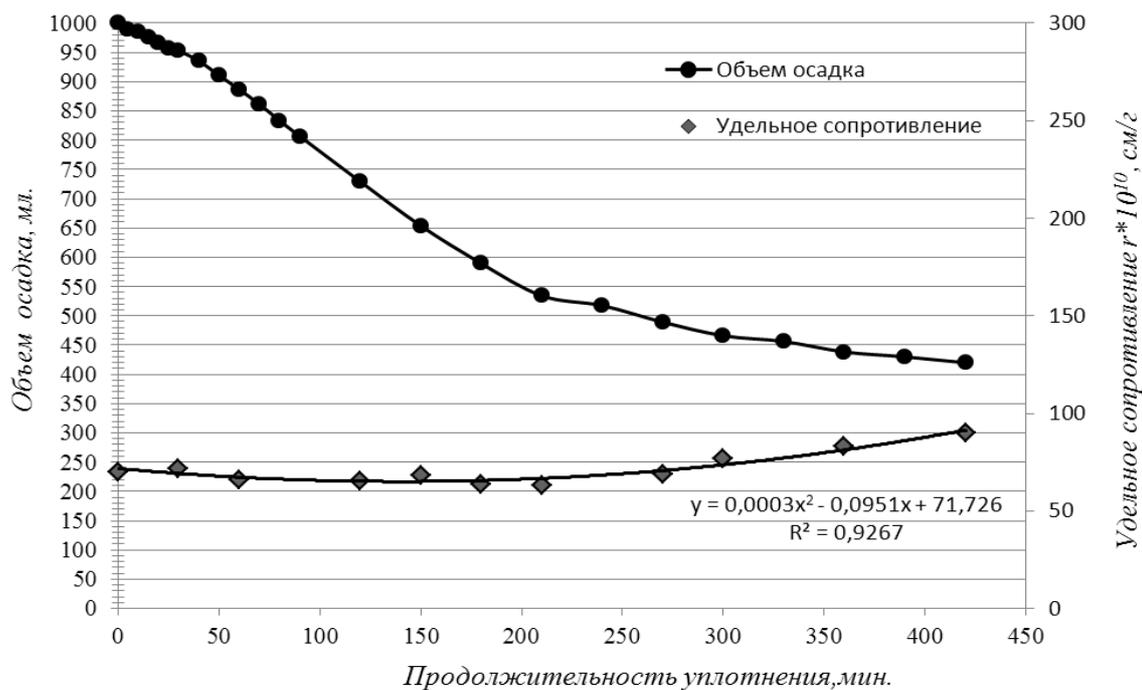


Рис. Динамика уплотнения избыточного активного ила

Уплотнение возвратного ила более 4 часов приводят к ухудшению его водоотдающих свойств. По существующей технологии на ОСК г. Вологды ил уплотняется 14-18 часов, его влажность снижается до 94%, что негативно сказывается на его процедуру обезвоживания.

Отобраны и исследованы пробы возвратного (ВАИ) и уплотненного активного ила (УАИ) ОСК г. Вологды и п. Шексна (таблица).

Таблица

### Результаты определения удельного сопротивления

Вид осадка	Удельное сопротивление $\rho$ , $\cdot 10^{10}$ см/г	
	Проба	Данные [2]
ВАИ (Вологда)	91,6 – 102,2	158...710
ВАИ (Шексна)	86,4 - 127,4	158...710
УАИ (Вологда)	418,86	800...1130

Выводы:

– Уплотнение осадков сточных вод г. Вологды приводит к значительному уменьшению его объема и влажности, однако при этом ухудшаются водоотдающие свойства, усложняется транспортирование.

– Актуальным является оптимизация (ускорение) процессов уплотнения осадка.

1. Пугачев Е.А. Процессы и аппараты обработки осадков сточных вод : монография. – Москва : Издательство АСВ, 2012. – 208 с.

2. Туровский И.С. Обработка осадков сточных вод. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Стройиздат, 1982. – 223 с.: ил.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ ТРУБОПРОВОДОВ С ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ТОЧКИ ЗРЕНИЯ

*Е.С. Коряковская*

*С.А. Главчук, научный руководитель, ст. преподаватель  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Проводя полный анализ материалов, применяемых для устройства внутри инженерных систем водоснабжения, необходимо рассмотреть все аспекты этой системы, начиная с сырья, используемого для производства труб, и заканчивая экологическим воздействием готовой продукции экологического анализа (трубопроводов) на воду.

Для объективной и беспристрастной обработки данных был специально адаптирован сравнительный метод VENOV, разработанный в Техническом университете Берлина. Результаты анализов служат подтверждением широкого разброса величин по представленным образцам.

Виды трубопроводов:

1- стальной трубопровод;

2- медный трубопровод;

3- пластиковый трубопровод "Max" (вулканизированный полиэтилен, хлорированный поливинилхлорид);

4 - пластиковый трубопровод "Min" (полипропилен, полиэтилен);

На рис. 1 металлические системы из меди и оцинкованной стали составляют одну группу, а две категории пластиковых систем являются составляющими второй группы.

По стальным и медным трубопроводам представленные данные свидетельствуют о высоких показателях по различным видам выбросов.

На рис. 2 в отношении загрязнения воды представлены данные, свидетельствующие о большом содержании в воде купороса и твердых частиц при использовании металлических трубопроводов.

На рис. 3 высокие значения показателя загрязнения почвы в случае использования металлических трубопроводных систем являются результатом потребления относительно большого количества электроэнергии при их производстве, особенно в том случае, когда в медесодержащей руде медь присутствует в небольшом количестве.

На рис. 4 данные по металлическим трубопроводным системам как раз служат подтверждением потребления большого количества электроэнергии при производстве базового материала для систем даже с учетом рециркуляции.

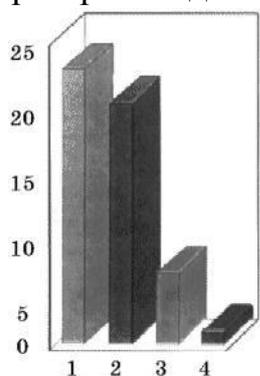


Рис. 1. Стандартные показатели загрязнения воздуха по представленным видам трубопроводов

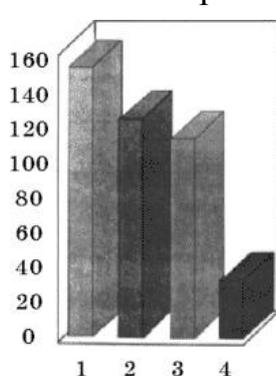


Рис. 2. Стандартные показатели загрязнения воды по представленным видам трубопроводов

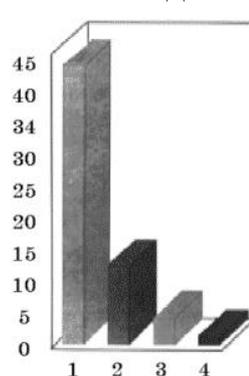


Рис. 3. Стандартные показатели загрязнения почвы по представленным видам трубопроводов

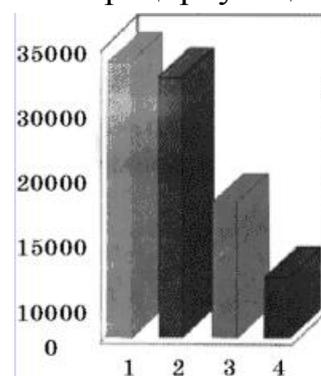


Рис. 4. Затраты электроэнергии по представленным видам трубопроводов

У пластиковых систем существуют три значительных экологических отличия:

- объем потребляемой энергии для производства поливинилхлорида как предварительного продукта для хлорированного поливинилхлорида значительно выше, чем для полиэтилена и полибутилена, даже если не включать затраты электроэнергии на осуществление хлорирования. Хлорированный пластик также представляет собой проблему с точки зрения его вторичной пере-

работки и переработки производственных отходов, и к тому же производство хлора - довольно дорогостоящий процесс;

- вулканизированный полиэтилен соединяется с помощью механического зажима металлическими соединительными деталями, и его не считают таким же удобным, как полипропилен и полибутен для установления энергетического баланса для обработки, рециркуляции и переработки производственных отходов;

- в отношении процесса рециркуляции и переработки промышленных отходов хлорированный поливинилхлорид и вулканизированный полиэтилен считаются менее всего удовлетворительными по сравнению с другими пластиковыми материалами.

Хотелось бы отметить еще ряд преимуществ современных технологий перед металлическими системами: гигиеническая и антикоррозийная стойкость к химическим реагентам. Значительно сокращены экономические затраты по их перевозке и складированию. Исключено также использование габаритных сварочных аппаратов. При применении полимерных трубопроводов обеспечен быстрый и чистый монтаж водопроводных систем и систем отопления. Выбор той или иной системы трубопроводов зависит только от поставленной задачи.

1. СП 40-102-2000. «Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов», 2000.

2. СП 40-103-98. «Проектирование и монтаж трубопроводов систем холодного и горячего внутреннего водоснабжения с использованием металлополимерных труб». – Москва, 1998.

## **БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД С ПРИМЕНЕНИЕМ ДИСКОВЫХ БИОФИЛЬТРОВ**

*А. П. Круглов*

*М.В. Шувалов, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Самарский государственный архитектурно-строительный университет  
г. Самара

Биофильтр – сооружение, в котором сточные воды фильтруются, проходя через загрузочный материал, на котором образуется и в последствии закрепляется биопленка [1, 2].

Биофильтр состоит из:

- 1) фильтрующей загрузки;
- 2) водораспределительного устройства, которые могут быть самыми разнообразными;
- 3) дренажного устройства для отвода, выпавшего на дно осадка или осушения при выключении его из работы;

4) вентиляционной система, через которую поступает воздух для окисления биогенных веществ и элементов.

Один из наиболее известных и часто применяемых видов сооружений является дисковый биофильтр.

Как правило, в России эти сооружения применяются для очистки сточных малых населенных пунктов с расходом до  $1500 \text{ м}^3/\text{сут}$ . Но есть сведения, что в Европе и США дисковые биофильтры нашли широкое применение абсолютно для любых расходов сточных вод.

В дисковом биофильтре конструкция загрузки представляет собой блок из дисков, насаженных на вал параллельно друг другу. Количество дисков в пакете на одном валу принимают до 180 штук. Диаметр дисков желательнее принимать 1–5 м, предпочтительно 2–3 м. Расстояние между дисками – 15–25 мм. Также считается, что минимальное значение расстояния между дисками нужно принимать до 10 мм. Вал с дисками устанавливается в корпусе биофильтра. Диски погружены в сточную воду составляет 0,3–0,45 диаметра. Расстояние между днищем ванны и дисками рекомендуется принимать 25–50 мм, такое же расстояние рекомендуется принимать между бортом ванны и крайним диском в пакете дисков, насаженных на один вал.

Диски в современных установках выполняют из полиэтилена, винилпласта, или других типов пластмассы. Для изготовления дисков применяются также металл. Толщину дисков в зависимости от вида материала принимают 1–10 мм. На современных сооружениях биофильтрации большое применение находят гофрированные пластмассовые диски, а для изготовления биофильтров с диаметром ротора свыше 1–1,5 м используют блоки, собранные из гофрированных пластмассовых сегментов. Также предлагается применять перфорированные диски диаметром до 3 м, изготовленные из пенопласта толщиной 20–100 мм. Частота вращения дисков на валу в биофильтре принимается 2–3 оборота в минуту.

Корпус погружного биофильтра выполняют в виде открытой ванны, чаще всего с полукруглым днищем. Очищаемая сточная вода подается в открытую ванну через впускное отверстие или через перелив, устраиваемый вдоль одной стороны, расположенный перпендикулярно или параллельно валу ротора биофильтра, а отводится через отверстие или перелив с противоположной стороны. В зависимости от числа ступеней можно добиться эффекта очистки от 50–98% по  $\text{БПК}_{\text{полн}}$ .

Но также эксплуатация дисковых биофильтров показала, что 2–3 оборота дисков недостаточно как для взмучивания осадка, так и для поддержания во взвешенном состоянии внутри корпуса биофильтра и последующего выноса во вторичный отстойник.

Обычная классическая конструкция дисков без дополнительных вспомогательных устройств затрудняет перемешивание стоков и ведет к появлению застойных зон.

1. Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебник для вузов. – Москва : АСВ, 2002. – 704 с.

2. Примеры расчетов канализационных очистных сооружений : учеб. пособие для вузов / Ю.М. Ласков, Ю.В. Воронов, В.И. Калицун. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Стройиздат, 1987. – 255 с.: ил.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ДООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

*М.А. Куцевол*

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

Биогенные элементы (азот и фосфор), попадая в водные объекты, являются причиной их эвтрофикации вследствие развития водорослей.

На канализационных очистных сооружениях хозяйственно-бытового назначения промышленного предприятия исследовались сточные воды, подающиеся насосом по мере накопления в резервуаре, объем очищаемых стоков составляет 5...10 м<sup>3</sup>/сут. Жидкость последовательно проходит четыре емкости биологической очистки, оснащенные загрузочным материалом для наращивания биомассы. Очищенная сточная вода поступает в отстойник, где отделяется отмирающая биопленка. В камеру перед отстойником дозируется коагулянт и флокулянт для дефосфотации и интенсификации процессов отстаивания и последующей влаготдачи осадка. Анализы качества поступающих и очищенных сточных вод показали несоответствие очищенных сточных вод утвержденным нормативам по БПК, железу, азотным соединениям и фосфору. Эффективности очистки по фосфатам составляет 15,6...30,4 % эти значения являются традиционным для сооружений без специальных методов дефосфотации.

Целью исследований являлось снижение содержания фосфатов в очищенной сточной воде с помощью имеющегося коагулянта.

Очищенная вода соответствует нормативам по азоту, но содержание фосфатов выше ПДК, также отмечается вынос мелкой взвеси с очищенной водой. Для решения данной проблемы необходимо добавление коагулянта.

Оценивалась эффективность химической дефосфотации хлоридом железа сточных вод, прошедших биологическую очистку. Доза коагулянта изменялась от 0,015 до 0,4 мл/л.

Предварительно была определена концентрация фосфатов в исходной сточной воде – 2,3 мг/л (на основе длительного лабораторного контроля). Затем 12 мерных цилиндров емкостью 1000 мл были заполнены сточной жидкостью, поступающей в отстойник. После добавления коагулянта содержимое цилиндра было перемешано компрессором в течение 20–30 с, жидкость в цилиндрах отстаивалась. Через 30 и 60 мин отстаивания определено содержание фосфатов в очищенной воде.

Коагулянт эффективно подействовал не только на извлечение фосфатов, но и интенсифицировал осаждение мелкой взвеси, на что потребовалось всего 60 минут.

Удельная доза коагулянта рассчитывалась по формуле:

$$\text{Удельная доза} = \frac{\text{Доза коагулянта}}{(\text{P}_{\text{вх}} - \text{P}_{\text{вых}}) \cdot 0,093 \cdot 1,36 \cdot 1000'}$$

где доза коагулянта в мл/л,  $\text{P}_{\text{вх}}$ ,  $\text{P}_{\text{вых}}$  – содержание фосфора фосфатов в поступающей и очищенной сточной воде соответственно, мг/л.

Результаты исследований представлены на рис. 1 и 2.

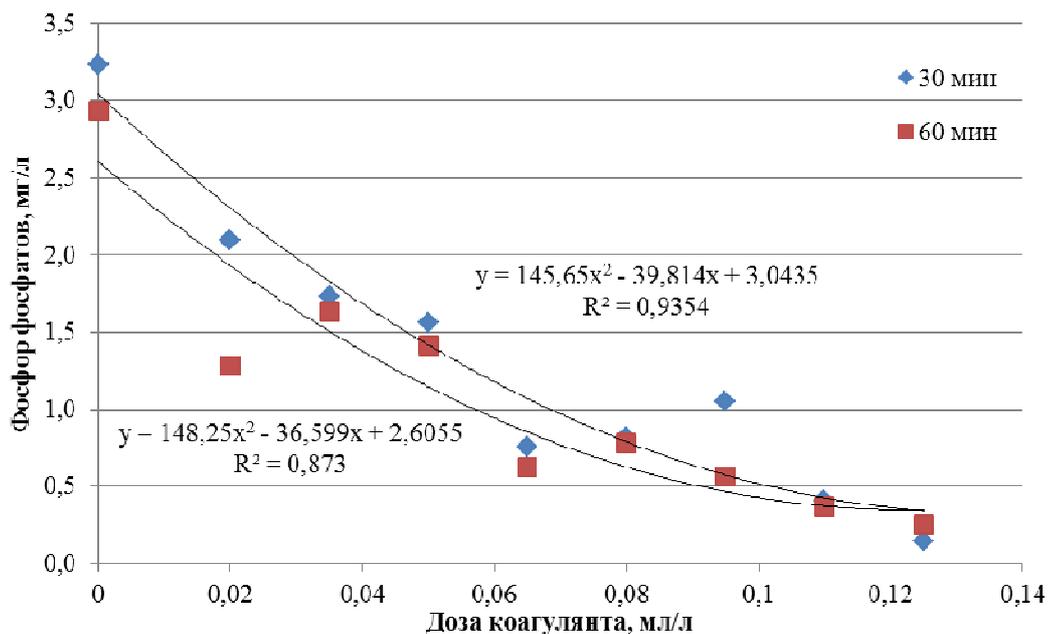


Рис. 1. Динамика снижения фосфора фосфатов

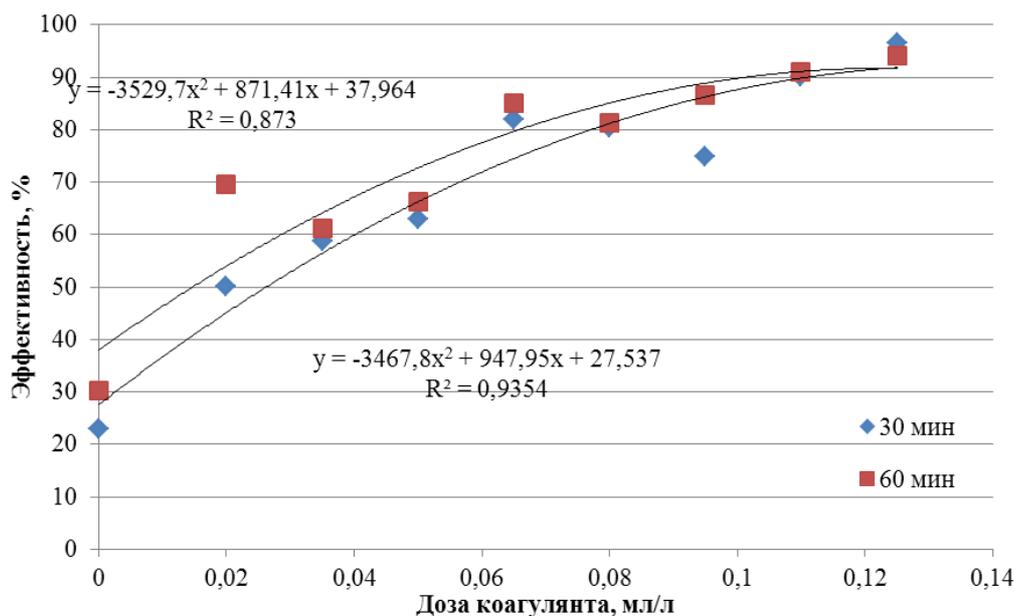


Рис. 2. Динамика изменения эффективности снижения фосфора фосфатов

Введение дозы 45...55 мл/м<sup>3</sup> (по активному веществу – 2...2,5 г Al /г Р) позволяет обеспечить норматив по фосфору фосфатов (0,2 мг/л) и полностью исключить вынос биопленки.

## АНАЛИЗ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ В ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

*А.А. Минина*

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

Ежегодно в Вологодской области из водных объектов забирается порядка 500-600 млн м<sup>3</sup> воды, которая после использования возвращается в водные экосистемы, но уже как сточная вода. Все это приводит к загрязнению, к ухудшению качества природных вод.

В рамках исследования проанализированы результаты Комплексного территориального кадастра природных ресурсов Вологодской области за 2009-2013 года и разработан метод оценки динамики и эффективности водопользования Вологодской области.

Оценена динамика водопотребления и водоотведения Вологодской области за 5 лет, отмечена четкая закономерность снижения объемов потребляемой воды и, как следствие, отводимых сточных вод (рис.). Это частично связано с массовой установкой счетчиков на воду и уменьшением потребления воды. Резкий падение заметно в 2011 и 2012 годах.

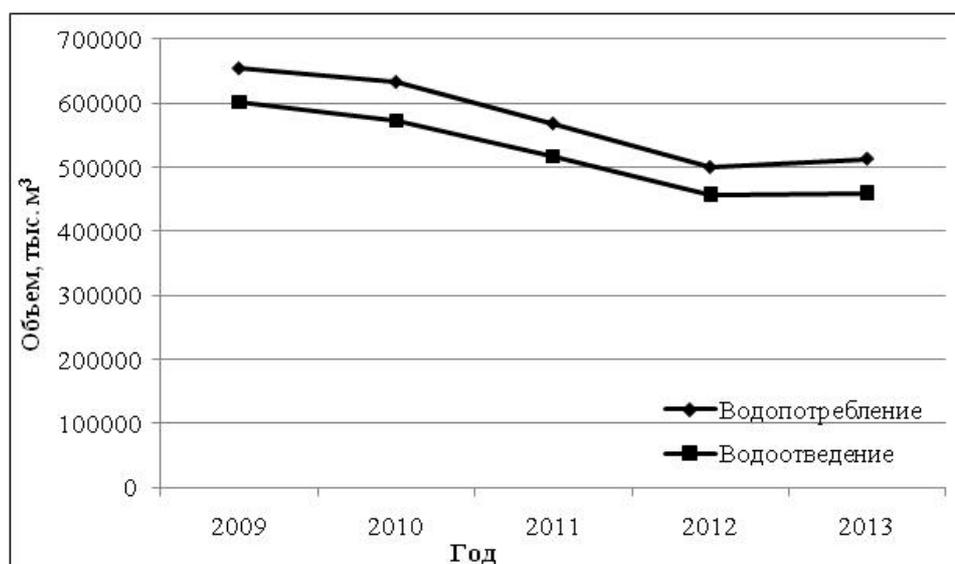


Рис. Динамика водопотребления и водоотведения

В рамках работы предложен метод оценки эффективности водопользования через расчет коэффициентов:

коэффициент эффективности водопотребления:

$$K_1 = \frac{Q_{\text{всего}} - Q_{\text{п.транс.}}}{Q_{\text{всего}}}, \quad (1)$$

коэффициент эффективности водоотведения:

$$K_2 = 1 - \frac{Q_{\text{заг.без очист.}}}{(Q_{\text{всего сток}} - Q_{\text{норм.очист.}})}, \quad (2)$$

и комплексный коэффициент оценки эффективности водопользования:

$$K = K_1 \cdot K_2 \quad (3)$$

Рассчитаны коэффициента для районов Вологодской области за пять лет, данные представлены в таблице.

Таблица

**Оценка динамики водопользования в Вологодской области**

Район	2009			2010			2011			2012			2013		
	K1	K2	K												
Бабаевский	0,90	1,00	0,90	0,74	1,00	0,74	0,65	1,00	0,65	0,65	1,00	0,65	0,69	1,00	0,69
Бабушкинский	0,96	1,00	0,96	0,95	1,00	0,95	0,94	1,00	0,94	0,94	1,00	0,94	0,95	1,00	0,95
Белозерский	1,00	0,95	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Вашкинский	0,80	1,00	0,80	0,78	1,00	0,78	0,72	1,00	0,72	0,71	1,00	0,71	0,69	1,00	0,69
Великоустюгский	0,88	0,90	0,80	0,89	0,90	0,80	0,95	1,00	0,95	0,84	0,93	0,78	0,98	1,00	0,98
Верховажский	1,00	1,00	1,00	1,00	-	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Вожегодский	1,00	0,96	0,96	1,00	0,94	0,94	0,81	0,95	0,77	0,82	0,96	0,79	0,91	0,96	0,88
Вологодский	0,97	0,98	0,95	0,96	0,97	0,93	0,97	0,98	0,95	0,94	0,98	0,92	0,94	0,98	0,93
Вытегорский	0,95	0,90	0,86	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Грязовецкий	0,87	1,00	0,87	0,99	0,98	0,98	0,98	0,85	0,83	0,98	0,99	0,98	0,98	0,99	0,97
Кадуйский	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Кирилловский	0,90	1,00	0,90	0,75	1,00	0,75	0,74	1,00	0,74	0,74	1,00	0,74	0,75	1,00	0,75
Кичм.-Городецкий	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	1,00	0,99	0,99	1,00	0,99	0,99	1,00	0,99
Междуреченский	0,93	1,00	0,93	0,94	1,00	0,94	0,94	1,00	0,94	0,95	1,00	0,95	0,93	1,00	0,93
Никольский	0,81	1,00	0,81	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Нюксенский	0,96	0,88	0,84	0,96	1,00	0,96	0,89	1,00	0,89	0,89	0,79	0,71	0,91	0,82	0,75
Сокольский	0,91	0,56	0,51	0,94	0,55	0,52	0,92	0,88	0,81	0,86	0,49	0,42	0,95	0,90	0,86
Сямженский	0,70	1,00	0,70	0,65	1,00	0,65	0,63	1,00	0,63	0,75	1,00	0,75	0,69	1,00	0,69
Гарногский	0,99	1,00	0,99	0,98	1,00	0,98	1,00	1,00	1,00	0,97	1,00	0,97	0,97	1,00	0,97
Тотемский	0,98	0,93	0,91	0,96	0,91	0,87	0,93	0,93	0,87	0,93	0,95	0,89	0,93	0,97	0,90
Усть-Кубинский	0,82	1,00	0,82	0,73	-	-	0,86	1,00	0,86	0,79	1,00	0,79	0,76	1,00	0,76
Устюженский	0,75	0,97	0,73	0,82	1,00	0,82	0,76	0,96	0,73	0,69	0,96	0,66	0,74	0,97	0,72
Харовский	1,00	0,99	0,99	0,98	0,99	0,97	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Чагодощенский	0,96	0,91	0,88	0,99	1,00	0,99	0,99	0,95	0,94	0,93	0,95	0,89	0,95	0,95	0,90
Череповецкий	0,95	0,98	0,94	0,96	0,99	0,96	0,97	0,99	0,96	1,00	0,99	0,99	1,00	0,99	0,98
Шекснинский	0,92	0,79	0,73	0,88	0,81	0,71	0,86	0,84	0,72	0,88	0,80	0,70	0,88	0,79	0,69
г. Вологда	0,95	0,90	0,86	0,96	0,91	0,87	0,96	0,88	0,85	0,95	0,87	0,83	0,93	0,86	0,80
г. Череповец	0,94	0,95	0,90	0,96	0,98	0,94	0,78	1,00	0,78	0,95	0,98	0,94	0,95	0,99	0,94

Проанализированы потери при транспортировке воды и выявлены районы с наибольшими потерями ( $> 24 \%$ ): Бабаевский, Вашкинский, Кирилловский, Сямженский, Усть-Кубинский, Устюженский. В первую очередь это связано с изношенными системами водоснабжения, которые приводят к масштабным потерям, достигающим в отдельных случаях порядка 30% общего забора воды. Это негативно сказывается на работе предприятий водопроводно-канализационного хозяйства области и приводит к повышению себестоимости  $1 \text{ м}^3$  воды.

В рамках исследования оценены эффективность водопользования, предложен коэффициент, который позволяет быстро оценить эффективность водопользования по району, либо по какому-то отдельному населенному пункту.

## ТРАНСПОРТИРУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ПОТОКОВ И СТОК НАНОСОВ

*Ж.Н. Молдамуратов*

*М.Н. Сенников, научный руководитель, д-р техн. наук, профессор  
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати  
г.Тараз, Республика Казахстан*

Среди важнейших современных проблем в области охраны природных ресурсов центральное место занимает проблема охраны и восстановления малых водных объектов - рек, водохранилищ, прудов, озер, каналов и расширенное воспроизводство их водных ресурсов. Например, малые реки формируют водные ресурсы, гидрохимический режим, экологическое состояние и качество воды средних и крупных рек, создают природные ландшафты больших территорий. Существует и обратная связь - формирование бассейнов малых рек определяется состоянием региональных ландшафтных комплексов. Несмотря на огромную роль малых рек и водоемов в жизни различных регионов, их современное состояние оценивают как критическое. Сегодня состояние многих малых рек и каналов оценивается как неудовлетворительное – уменьшается водоносность, ухудшается водный режим, снижается качество воды, особенно в маловодные годы и сезоны. В некоторых регионах, особенно южных, из-за бесконтрольного забора воды, распашки водозащитных зон реки заиливаются, пересыхают или вообще исчезают. Одна из многих проблем – заиление рек и каналов, которое наносами уменьшает их пропускную способность и требует больших затрат труда и средств на очистку [1].

Сток наносов – один из определяющих факторов русловых процессов. Вместе с тем русловые процессы как совокупность явлений, возникающих при взаимодействии речного потока и русла, обуславливают вследствие размывов берегов и дна поступление в поток наносов и, таким образом, сами представляют собой фактор формирования стока наносов. Такое двойственное положение стока

наносов - как фактора русловых процессов и их производной - подчеркивается их бассейновым или русловым генезисом, взвешенной и влекомой формой их перемещения, различиями в соотношениях между ними, транспортирующей способностью потоков и ее реализацией в зависимости от затрат энергии потока на перемещение крупного материала у дна и мелкого во взвеси и т.д. Все это находит отражение в механизмах взаимодействия русловых потоков, транспортирующих большее или меньшее количество наносов, с грунтами, слагающими русло реки, и как следствие, в формах проявления русловых процессов.

Однако, не все продукты эрозии попадают в реки. Значительная часть их задерживается по пути стока поверхностных вод и заполняет углубления земной поверхности. Тем не менее, та часть продуктов эрозии поверхности бассейна, которая достигает русел рек, является существенным источником формирования речных наносов. Наносы, поступающие за счет этих процессов, являются лишь частью речных наносов, причем некоторая доля их представляет собой продукты размыва ранее отложившихся в русле наносов, принесенных с поверхности бассейна. Интенсивность водной эрозии зависит, прежде всего, от энергии текущих вод и затем от сопротивляемости размыву поверхности, по которой стекают эти воды. Речные наносы в зависимости от характера движения в потоке обычно подразделяют на взвешенные и влекомые. Такое подразделение наносов носит условный характер, так как в зависимости от крупности наносов и скоростей течения потока те или иные твердые частицы могут находиться то во взвешенном состоянии, то перемещаться по дну потока.

Наносы, подразделяют, кроме того, на транзитные и руслоформирующие. Малые частицы переносятся к устью реки по преимуществу транзитом. Более крупные частицы в зависимости от гидравлических свойств потока то переносятся потоком во взвешенном или влекомом состоянии, то задерживаются на отдельных участках реки, с тем, чтобы при изменении гидравлических свойств потока вновь перейти в движение. Таким образом, постоянно происходит перестроение русла. Очевидно, что большая часть взвешенных наносов является транзитной, а большая часть влекомых — руслоформирующей [2].

Форма транспорта наносов определяется гидравлическими характеристиками потоков и испытывает постоянные пространственно-временные изменения: наносы одной и той же крупности в разные фазы водного режима могут быть взвешенными или влекомыми; также они переходят из одной формы в другую в стрежневой и периферических частях русла, при смещении динамической оси потока и т.д. Наиболее обоснованную методику определения долей бассейновой и русловой составляющих стока наносов предложили Н.И. Маккавеев и Н.И. Алексеевский [1], основываясь на признании того факта, что русловой генезис имеет большую часть влекомых, а бассейновый — взвешенных наносов.

Учет всех особенностей соотношений между стоком наносов и русловыми процессами, их взаимодействия определяет точность и надежность прогнозов русловых деформаций, особенно в условиях естественных и антропоген-

ных изменений природной среды и климата. Это позволит предвидеть возможные изменения морфодинамических типов русел, параметров их живых сечений и скоростей размывов берегов и дна. Однако остаются нерешенными вопросы определения транспортирующей способности потоков по отношению к донным (влекомым) наносам, требует дальнейшего совершенствования методика расчета стока последних.

1. Алексеевский Н.И., Назаров Н.А., Маккавеев Н.И. Исследование динамики продольного профиля реки при неустановившемся режиме потока // Вест. Моск. ун-та. – Сер.5. География. – 1979. – Вып.5. – С.59-62.

2. Алтунин В.С. Гидравлический и русловой аспект проблемы проектирования земляных каналов // Труды V Всесоюзн. гидрол.съезда. – Д.: Гидрометеоиздат. – 1988. – Т. 10,1. – С.62-77.

## **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАСОЛЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ЖАМБЫЛСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Г.Е. Омарова, Ж.Н. Молдамуратов*

*М.Н. Сенников, научный руководитель, д-р техн. наук, профессор*

*Таразский государственный университет*

*г. Тараз*

Важнейшим фактором в развитии сероземно-луговых типов почв является поверхностное и грунтовое увлажнение, что в основном распространено в области современных речных долин и дельт. В растительном покрове сероземно-луговых почв преобладающая роль принадлежит представителям луговых формаций и древесно-кустарниковой формы. Площадь распространения сероземно-луговых почв в Жамбылском районе составляет 26269 га. Незасоленные и глубоко засоленные разновидности этих почв считаются лучшими землями в районе. Значительную площадь занимают солончаковые и сильносолончаковые разновидности, которые используются как пастбища и сенокосы. Для вовлечения их в пашню необходимы сложные мелиоративные мероприятия. [1]

Засоление почв происходит или иногда усиливается в результате применения орошения. Все поливные воды содержат различные количества растворимых солей, которые даже если их содержание незначительное, могут накапливаться в плохо дренируемых почвах. В условиях нерационального орошения при потерях воды из подводящих каналов и использовании высоких норм полива без обеспечения необходимого дренажа может происходить быстрое повышение уровня грунтовых вод. Одновременно с повышением уровня грунтовых вод до 1-2 м от поверхности почвы значительные количества воды поднимаются по капиллярам в корневую зону растений, из которой она может испаряться, тогда, как растворенные в ней соли накапливаются в этой зоне. Таким

образом как грунтовая, так и поливная вода может участвовать во вторичном засолении почв, вызывая их загрязнение.

В основном в засоленных почвах имеют место сложные комплексные взаимодействия, в которых переплетаются явления суммирования, синергизма и антагонизма различных ионов. Предупреждение засоления орошаемых земель и борьба с его последствиями в настоящее время сводится к следующему:

- сокращение испарения с поверхности почвы, что уменьшает перенос солей из грунтовых вод в почву;
- уменьшение питания грунтовых вод, что при наличии некоторого подземного оттока приводит в ряде случаев к опусканию уровня грунтовых вод до глубины, при которой прекращается их интенсивное испарение;
- применение искусственных мероприятий по удалению солей (промывки) и химических мер воздействия.

Устройство дренажа для отвода грунтовых вод и солей. Применение мер для сокращения испарения с поверхности почвы необходимо во всех случаях, так как это предупреждает засоление и способствует экономному расходу воды. Питание грунтовых вод можно сократить проведением мероприятий по борьбе с фильтрацией из каналов, улучшением эксплуатации систем (повышение КПД системы) и режима орошения (уменьшение питания грунтовых вод при поливах). Если указанные мероприятия не приводят к необходимому снижению грунтовых вод и уменьшению засоления почв, то прибегают к более капитальным мероприятиям по борьбе с фильтрацией из каналов (одежды, экраны и т.д.), к промывкам засоленных почв и устройству дренажа. Для успешной промывки засоленных земель необходим или обеспеченный естественный отток грунтовых вод на соседние неорошаемые земли, или искусственный отток за счет устройства дренажа. Мероприятиями борьбы с засолением орошаемых земель является активное регулирование водного и солевого режимов путем строительства дренажа, проведения капитальных промывок в период освоения и недопущение вторичного засоления в эксплуатационный период. Последние достигается уменьшением фильтрационных потерь, упорядочением режима поливов и созданием промывного режима орошения на фоне дренажа. Необходимость строительства дренажа на вновь орошаемых массивах определяется наличием засоленных почв, грунтов и грунтовых вод; тип дренажа и его параметры устанавливаются на основе анализа водного и солевого (расчетных) балансов, прогнозов и технико-экономических расчетов. Для того чтобы получить хороший урожай сельскохозяйственных культур необходимо отразить комплекс мероприятий по агротехнике и мелиорации сероземно-луговых засоленных земель района, составить агро-мелиоративные группы. Восстановление экологического баланса природных систем требует разработки научно обоснованного комплекса мероприятий по созданию устойчивого геоландшафта.

Регулирование гидрохимического режима засоленных почв Жамбылского района, определение механизма передвижения солей в почве с применением

технологической схемы промывки. Установление допустимого содержания солей и испаряемости с поверхности грунтовых вод послужит основой рационального природопользования, так как обеспечит экологическую устойчивость геоландшафтов и создаст благоприятные условия для длительной эксплуатации природных ресурсов без их истощения, деградации и загрязнения. Важно установить допустимые пределы засоления, под которыми понимается такое количество солей, при котором урожай культур не снижается. Территории всего района в общем масштабе землепользования благоприятны для использования в земледелии и комплексного применения механизации всех сельскохозяйственных культур.

1. Агрономический справочник по Жамбылской области, 1992.

2. Методические рекомендации по оценке качества оросительных и грунтовых вод в бассейне рек Аса-Талас и снижению размеров водоотведения. – Тараз, 2009. – 25 с.

## ОЦЕНКА УРОВНЕЙ ВОДЫ РЕК ПРИ НАВОДНЕНИЯХ

*Н.И. Переломова*

*З.К. Иофин, научный руководитель, канд. геогр. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Наводнения занимают первое место среди стихийных бедствий по площади распространения и суммарному материальному ущербу. В частности, высота наступления наводнения и затопления, вызванного им, определяется приближенно.

Для решения этой проблемы мы использовали основополагающий закон гидравлики – уравнение Бернулли, а также показательный закон Бахметьева при интегрировании дифференциального уравнения неустановившегося движения.

Объекты и методы. В качестве объектов исследования использованы материалы наблюдений на водомерных постах на реках Вологодской области. На каждой реке использованы материалы наблюдений на 2-х и более водомерных постах, всего набралось 15 пар водомерных постов.

В качестве метода исследования использовано известное в гидравлике уравнение Бернулли. Математические выражения имеют вид:

Уравнение Бернулли

$$z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{\alpha V_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{\alpha V_2^2}{2g} + h_w. \quad (1)$$

Для решения задачи в неизученном створе необходимо располагать поперечным сечением реки, расходом воды и уровнем воды на день съемки поперечного сечения. Решается задача оценки уровня воды в неизученном створе.

Отметка уровня воды в неизученном створе тогда определится из выражения:

$$H_2 = H_1 \pm \Delta z \pm \Delta \frac{\alpha V^2}{2g} \quad (2)$$

Указанная расчетная зависимость интерпретации уравнения Бернулли при оценке расчетных уровней воды приведена в табл. 1 и показала хорошую сходимость с измеренными уровнями воды.

Согласно выполненным расчетам при известных данных в изученном створе и известным данным по расходу воды и площади поперечного сечения в неизученном створе ошибки в определении  $H_2$  изменяются в пределах 0-5% и в абсолютных значениях от 0 см до 22 см.

Таблица 1

**Определение уровня воды в реке при помощи уравнения Бернулли**

№	Река	Пункт	H1	H2	V	$\Delta Z$	$\alpha V_1^2/2g$	$\alpha V_2^2/2g$	Сумма $\alpha V^2/2g$	hw	H1	ошибка
1	р. Сухо-на	Рабаньга	111,58		0,52	6,77	0,02	0,07	0,09	6,86	104,90	1,28
		Тотьма		104,81	1,13							
2	р. Сухо-на	Тотьма	106,68		1,28	44,5	0,09	0,22	0,31	44,81	62,49	0,69
		Каликино		62,18	1,96							
3	р. Сухо-на	Рабаньга	111,58		0,52	50,81	0,02	0,14	0,16	50,97	60,93	0,31
		Каликино		60,77	1,58							
4	р. Юг	Кич. Городок	100,25		1,27	21,64	0,09	0,10	0,19	21,83	78,80	0,86
		Подосиновец		78,61	1,31							
5	р.Юг	Подосиновец	111,58		0,52	6,77	0,02	0,07	0,09	6,86	104,90	1,28
		Гаврино		104,81	1,13							
6	р.Юг	Кич. Городок	106,68		1,28	44,5	0,09	0,22	0,31	44,81	62,49	0,69
		Гаврино		62,18	1,96							

Еще одним способом оценки уровня воды в неизученном створе реки является дифференциальное уравнение Бахметьева.

В данной зависимости неизвестны  $h_2$  и показатель степени  $x$ . Определим показатель степени  $x$ , используя логарифмическую анаморфозу:

$$\lg \left( \frac{h_1}{h_2} \right) = f \left( \frac{k_1}{k_2} \right) \quad (3)$$

В таком случае неизвестным остается глубина в неизученном створе  $h_2$ .

Результаты расчетов по зависимости Бахметьева показывают, что относительная ошибка оценки уровня воды в неизученном створе составляют 0-2%, в абсолютных значениях -0- 16 см. Расчеты представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Определение уровней воды в реке при помощи показательной зависимости Бахметьева**

№	Река	Пункт	$\omega$	B	Сред. Глубина	R	lgk1	lgk2	X	lgh2	Найденное h2	ошибка
1	р.Сухона	Рабаньга	1200	358	3,35	3,35	4,8	4,7	-1,65	0,68	4,8	0,01
		Тотьма	1270	264	4,81	4,81						
2	р. Сухона	Тотьма	1270	264	4,44	4,81	4,9	4,8	-8,04	0,6	4,81	0,00
		Каликино	1710	348	4,81	4,91						
3	р. Сухона	Рабаньга	1200	264	3,35	4,55	4,9	4,7	-2,77	0,6	4,44	0,00
		Каликино	1710	385	4,44	4,44						
4	р. Юг	Кич. Городок	884	141	4,43	6,27	5,1	4,8	-5,15	0,75	5,7	0,02
		Подосиновец	1930	436	5,7	4,43						
5	р.Юг	Подосиновец	1930	436	4,43	4,43	5,3	5,1	-2,86	0,79	6,2	0,01
		Гаврино	2490	401	6,2	6,21						
6	р.Юг	Кич.Городок	884	141	5,7	6,27	5,3	4,8	-	0,79	6,2	0,01
		Гаврино	2490	401	6,2	6,21			24,86			

Заключение. Поданным исследования можно сделать вывод о том, что использование уравнения Бернулли и показательной зависимости Бахметьева может оказаться мощным инструментом в гидрологических расчетах по оценке высоты затопления и наводнения территорий.

**МЕТОДЫ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ ЖИДКОСТИ  
В БИОРЕАКТОРАХ**

*А.С. Плешанов*

*А.А. Кулаков, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Биологический метод очистки воды, благодаря простоте, возможности широкого применения, достаточно высокой эффективности и небольшой стоимости имеет преимущества перед другими методами очистки воды. Совершенствование методов биологической очистки направлено на повышение окислительной мощности сооружений, например, за счет применения накопителей биомассы и направленного удаления биогенных веществ.

В данной научно-исследовательской работе стояли следующие цели: изучение литературы по биореакторам с плавающей и тонущей загрузкой, определение скоростей перемещения загрузки в биореакторе, оценка и совершенствование способов перемешивания загрузки в биореакторах.

Биореактор – резервуар, который обеспечивает контакт сточных вод и микроорганизмов, прикрепленных на поверхности загрузочного материала. Преимущества и недостатки биореактора в сравнении с традиционной биологической очисткой представлены в таблице 1.

Таблица 1

### Преимущества и недостатков биореактора

Преимущества	Недостатки
Компактность	Дополнительные затраты на загрузку
Высокая эффективность	Малая выносимая биопленка требует длительного отстаивания
Просто создать зоны с требуемыми микроорганизмами	Сложность перемешивания в биореакторе

Существует большое количество методов перемешивания, наиболее распространенными являются:

1. Механический, т.е. специальным устройством – винтом, который приводится в движение, вращаясь вокруг своей оси, тем самым заставляя загрузку также двигаться. Недостатком метода является подверженность «винта» поломкам, а также вероятность измельчения загрузки со временем.

2. Аэрация – перемешивание загрузки за счет подачи воздуха. Недостатком является сложность равномерного перемешивания при минимальном насыщении кислородом.

3. Водоструйный – перемешивание осуществляется с помощью водоструйного насоса. Недостатком является низкий КПД и сложность перемешивания загрузки.

В лаборатории ВоГУ проведены исследования скоростей движения 7 видов загрузки (изучено по 3 образца каждой) в неподвижном цилиндре высотой 55 см. Каждый элемент загрузки был запущен в сосуде пять раз, в итоге получилось 105 запусков загрузки. Определялось время, за которое элемент пройдет путь, равный высоте цилиндра. Скорость движения загрузки рассчитана как высота, отнесенная к времени всплывания. Результаты исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2

## Данные по скоростям движения загрузки

№	Внешний вид	Время всплытия, с					Среднее время, с	Скорость, см/с
		1	2	3	4	5		
1		7.06	8.97	10.46	9.07	9.10	8.93	6.16
		9.33	11.34	9.57	10.35	10.46	10.21	5.39
		7.24	9.73	8.01	8.14	8.42	8.31	6.62
2		6.17	8.67	8.63	9.42	10.04	8.59	6.41
		7.12	9.57	9.70	10.40	10.14	9.39	5.86
		7.84	7.77	8.19	8.20	9.78	8.36	6.58
3		9.20	9.01	10.36	9.89	10.81	9.85	5.58
		8.30	6.87	7.95	6.68	6.59	7.28	7.56
		10.46	12.02	10.57	9.94	10.05	10.61	5.18
4		-	-	-	-	-	-	-
		8.39	8.29	9.30	9.87	9.21	9.01	6.10
		5.30	5.62	6.65	6.16	5.95	5.94	9.27
5		11.37	11.31	10.83	10.22	11.34	11.01	4.99
		4.10	6.43	5.32	6.18	5.15	5.44	10.12
		-	-	-	-	-	-	-
6		3.45	3.92	4.53	4.28	4.18	4.07	13.51
		3.68	3.76	4.12	4.35	4.16	4.01	13.70
		6.15	5.50	10.15	9.13	8.46	7.88	6.98
7		3.45	3.51	3.33	3.55	3.68	3.50	15.70
		3.41	3.56	3.48	3.50	4.10	3.61	15.24
		3.37	3.29	3.46	3.52	3.50	3.43	16.04

Каждый элемент загрузки по-разному ведет себя в воде, какой-то всплывает строго в одном положении, поэтому время у него совсем небольшое, а какой-то из-за своей формы вращается, что увеличивает время всплытия. Понаблюдав за образцами, было замечено, что более мелкая загрузка всплывает быстрее крупной. Возможно, ввиду своей меньшей удельной поверхности.

По результатам экспериментов можно делать следующие выводы:

1. С учетом скорости и траектории движения наиболее эффективным является образец №3.

2. Знание особенностей движения загрузки в биореакторах и подбор оптимальных методов ее перемешивания позволяет повысить массообмен и эффективность очистки сточных вод.

## РЕКОНСТРУКЦИЯ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ КАНАЛИЗАЦИИ С БИОФИЛЬТРАМИ

*А.М. Прахова*

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

Сброс неочищенных и недостаточно очищенных сточных вод в поверхностные водные объекты постоянно ухудшают их состояние, эти источники загрязнений, как правило, имеют в своем составе соединения азота и фосфора.

Целью работы является поиск направлений реконструкции очистных сооружений канализации с биофильтрами.

Проектная производительность очистных сооружений – 3776 м<sup>3</sup>/сутки, фактическая загрузка составляет 1438,0 м<sup>3</sup>/сутки.

Принятые в проекте биофильтры не обеспечивают требуемые эффекты очистки от биогенных веществ. В настоящее время даже после замены загрузки в биофильтрах снижение содержания по БПК и взвешенным веществам не будет ниже 12-15 мг/л, а азотная группа и фосфаты будут значительно превышать нормативные показатели.

Технологическая схема очистных сооружений совмещает в себе механическую, биологическую и физико-химическую стадии очистки сточных вод (рис. 1)

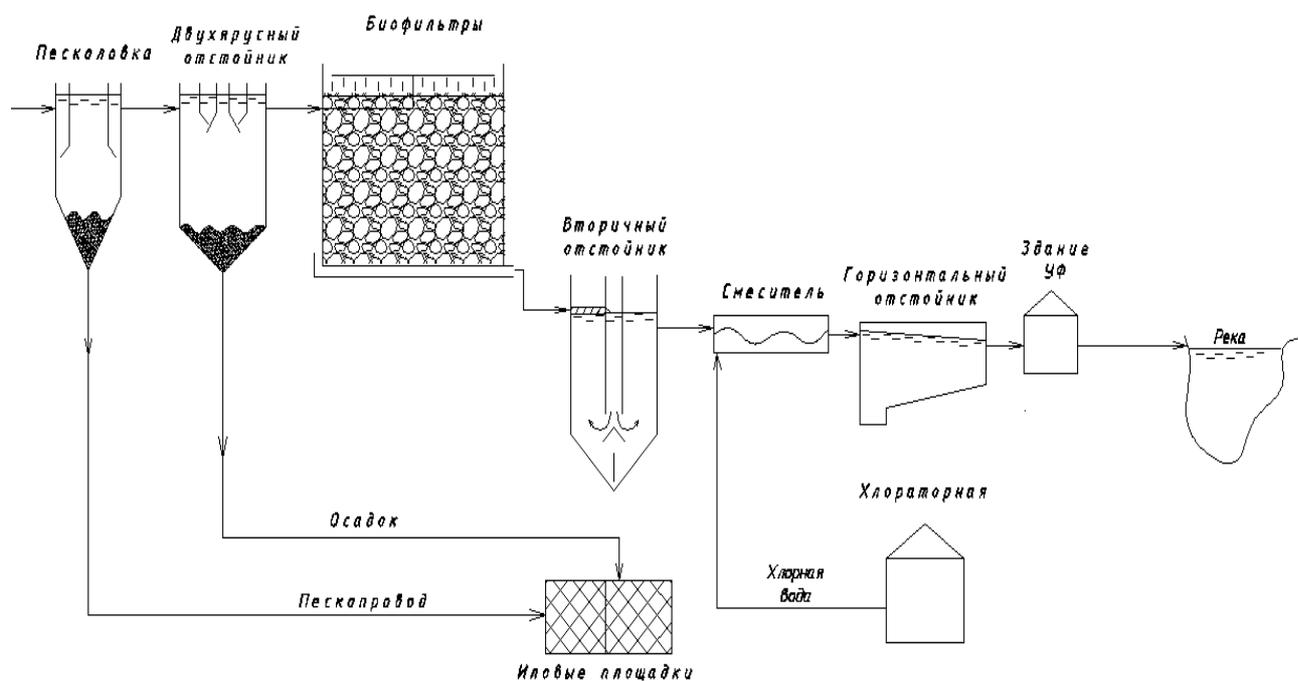


Рис. 1. Текущая схема, в БФ - щебень

Проведенное техническое обследование показало, что сооружения находятся в рабочем состоянии, требуется интенсификация процессов биологической очистки.

Разработаны рекомендации по реконструкции:

1. Замена загрузки с объемной на пластиковую, что позволит увеличить пропускную способность. В качестве загрузочного материала применяют пластмассовые блоки из поливинилхлорида, полистирола и других жестких пластмасс, а также пластмассовую насадку из собранных в блоки или засыпаемых в биофильтр коротко нарезанных перфорированных труб (рис. 2).

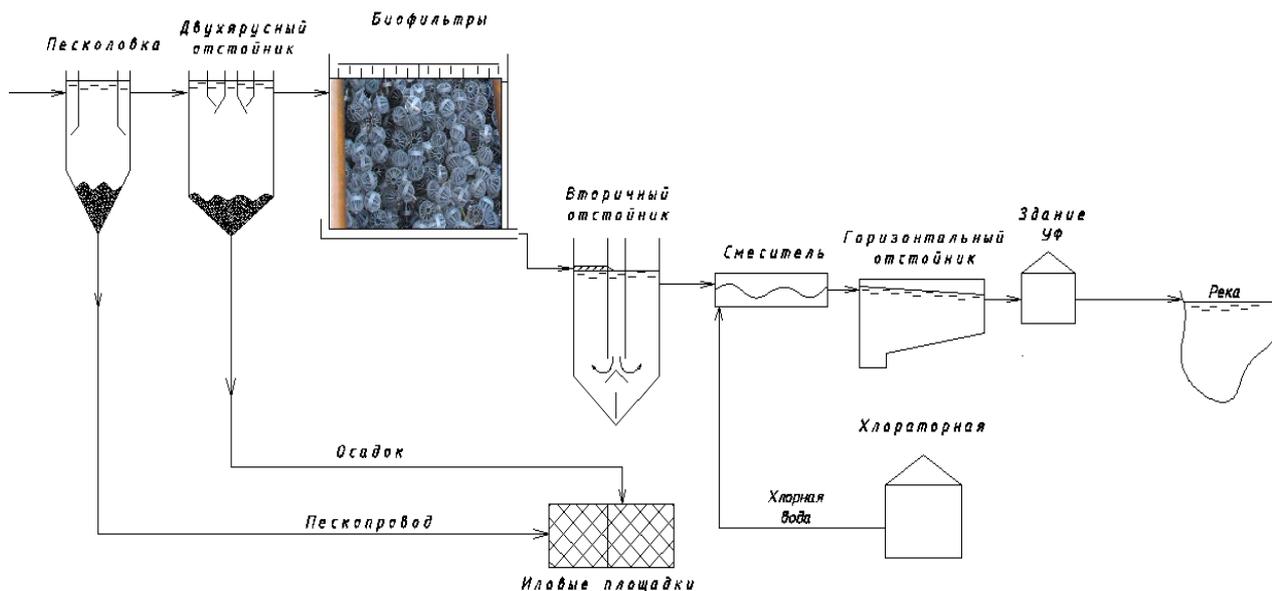


Рис. 2. Первая схема

2. Переоборудование биофильтров в сооружения с активным илом с двумя ступенями: аноксидная и аэробная (рис. 3).

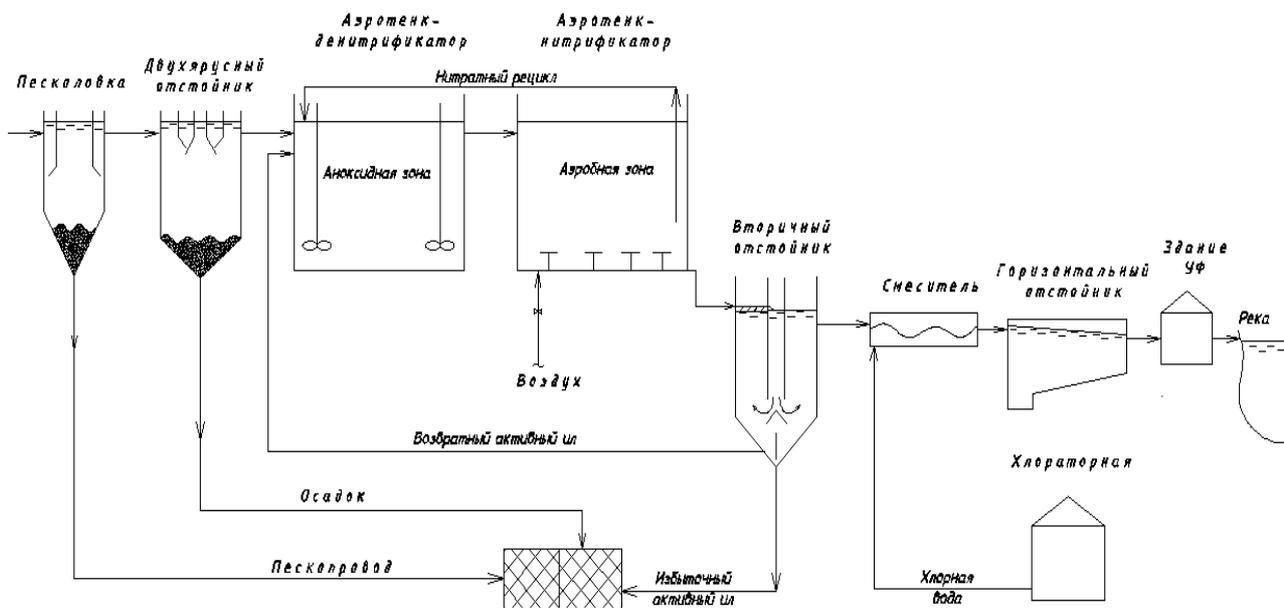


Рис. 3. Вторая схема

Одноилловая система глубокой очистки предусматривает устройство денитрификатора на первой стадии очистки и нитрификатора. В денитрификаторе поддерживается аноксидный режим за счет механического перемешивания. Для возврата нитратов предусмотрен внутренний нитратный рецикл из аэробной в аноксидную зону.

Возвратный активный ил циркулирует из отстойника в денитрификатор.

3. Переоборудование биофильтров в двухступенчатый биореактор: первая ступень работает в режиме затопленного биофильтра, вторая ступень – биореактор с плавающей загрузкой (рис. 4).

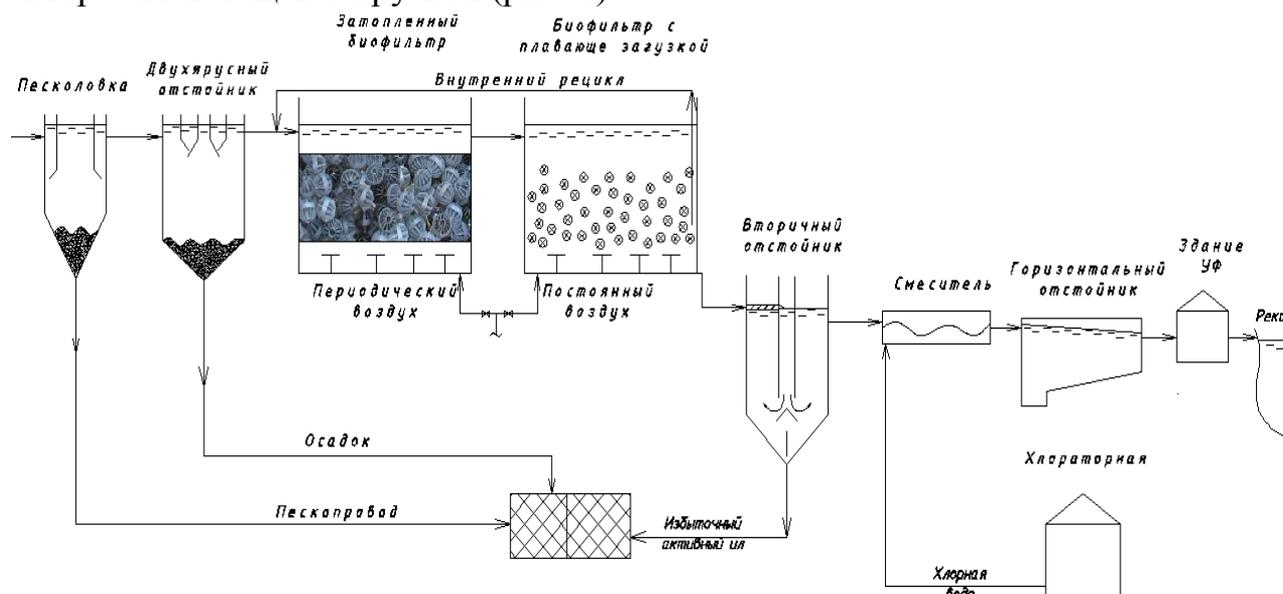


Рис. 4. Третья схема

Из рассмотренных схем выбрана схема № 3, обеспечивающая оптимальные условия качества и стоимости очистки.

## НОРМАТИВ ДОПУСТИМОГО СБРОСА: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

*Е.Н. Серебрякова*

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

В Российской Федерации нормирование сбросов сточных вод осуществляется через Водный кодекс Российской Федерации и Федеральным законом от 10.01.2002 № 7ФЗ «Об охране окружающей среды». Для всех выпусков сточных вод устанавливается норматив допустимого сброса (НДС) – масса загрязнений, отводимая в водный объект, при соблюдении которой обеспечивается нормативное качество окружающей среды. Нормирование сводится к оп-

ределению предельно допустимой для водного объекта нагрузки в виде загрязняющих веществ, в основу чего заложено уравнение материального баланса. Расчет ведется с учетом утверждённых предельно допустимые концентрации химических веществ и микроорганизмов, не влияющих на жизнь и здоровье человека, а также на окружающую среду.

Расчёт НДС осуществляется по формуле:

$$НДС = q * C_{ндс} , \text{ г/м}^3,$$

где  $C_{ндс}$  - допустимая к сбросу концентрация загрязняющего вещества,  $\text{г/м}^3$ ;

$q$  - максимальный часовой расход сточных вод,  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

$C_{ндс}$  определяется по формуле:

$$C_{ндс} = (C_{пдк} - C_{ф}) * n + C_{ф} , \text{ г/м}^3,$$

где  $C_{пдк}$  - предельно допустимые концентрации загрязняющего вещества в воде водотока,  $\text{г/м}^3$ ;

$C_{ф}$  - концентрация загрязняющего вещества в фоновом створе,  $\text{г/м}^3$ ;

$n$  - кратность общего разбавления сточных вод в водотоке.

Теоретически методика должна учитывать характеристики водного объекта, но практика показывает, что чаще всего сбросы осуществляются в малые водотоки и содержание в них загрязняющих веществ ещё до сброса превышает ПДК, в таких случаях к сбросам предъявляют требования ПДК водных объектов рыбохозяйственного значения.

Проведен анализ 30 проектов НДС коммунальных сооружений Вологодской области, результаты которого приведены в таблице.

Таблица

### Анализ проектов НДС

Показатель	ПДК	НДС, % ≤ ПДК		НДС, % = ПДК		Общее число проектов
		№ кол-во	% частота	№ кол-во	% частота	
БПК <sub>полн</sub>	3	1	3,3	1	3,3	30
Нефтепродукты	0,05	20	66,6	19	63,3	29
СПАВ	0,1	3	10,7	2	7,1	28
Фосфаты по фосфору	0,2	15	55	14	51,8	27
Железо общее	0,1	14	46,6	14	46,6	18
Аммоний-ион	0,5	21	70	19	63,3	29
Нитрит – ион	0,08	19	63,3	17	56,6	30
Нитрат – ион	40	24	80	21	70	30
Алюминий	0,04	6	20	5	16,6	29
Хлориды	300	22	88	22	88	25
Сульфаты	100	23	85,1	23	85,1	27
Медь	0,001	3	75	3	75	4
Формальдегид	0,01	9	81,8	8	72,7	11
Фенолы	0,001	7	87,5	6	75	8

В результате исследований выявлено:

- по нитрат–иону, хлоридам, сульфатам, формальдегиду, фенолам более 80 % проектов устанавливают НДС на уровне ПДК и жестче;
- по БПК норматив устанавливается на уровне проектных показателей работы очистных сооружений, лишь в одном случае НДС=ПДК;
- по фосфору фосфатов, нефтепродуктам, нитрит-иону, аммоний-иону, меди вероятность установления НДС на уровне ПДК и жестче изменяется от 55 до 75 %

Методика не учитывает технические и технологические возможности сооружений, в результате устанавливаются одинаковые нормативы для различных по принципу работы сооружениям очистки. Решением проблемы может стать технологическое нормирование, при котором будут учитываться технические характеристики сооружений, внедрение современных технологий по очистке вод, планомерное снижение негативного воздействия на окружающую среду при сбросе сточных вод.

Возврат к экологическим фондам, накопление и прямое поступление денежных средств на модернизацию объектов ЖКХ позволит повысить эффективность их работы и оптимизировать существующие природоохранные программы.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТИЧЕСКОЙ ШЕРОХОВАТОСТИ ТРУБОПРОВОДА

*В.А. Силинский*

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

Определение потерь напора в водопроводных трубах является одной из основных операций, используемых при расчете систем подачи и распределения воды. Одной из основных величин, определяющих потери давления, является величина эквивалентной шероховатости эксплуатируемых труб.

Целью данных исследований является определение фактической шероховатости трубопровода в лаборатории гидравлики кафедры ВиВ.

Для получения экспериментальных данных были проведены гидравлические исследования на экспериментальной установке. Данная труба давно используется и достаточно изношена, поэтому фактический диаметр, площадь живого сечения потока жидкости и шероховатость является неизвестной. Схема экспериментальной установки представлена на рис. 1.

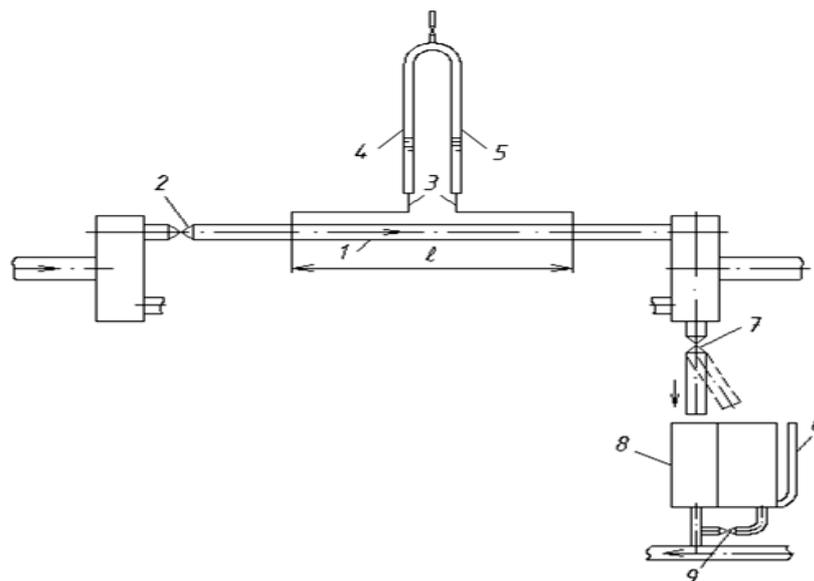


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: 1 – труба стальная холоднотянутая  $d_y = 25$  мм,  $l = 4$  м; 2, 7 – вентили; 3 – импульсные трубки; 4, 5 – пьезометры; 6 – пьезометр на мерном баке; 8 – мерный бак; 9 – кран

Запускается в работу насосная станция, и подается вода к экспериментальной установке. Открываем полностью вентиль 2, а вентиль 7 приоткрываем настолько, чтобы перепад уровней воды в пьезометрах 4 и 5 был максимальным в пределах пьезометрического щита. Убедившись в том, что кран 9 закрыт, переводим шланг со сливной полости в мерную полость бака 8 и одновременно с этим включаем секундомер. После наполнения мерной емкости шланг быстро переводится в сливную полость, и выключаем секундомер. По пьезометру 6 на баке 8 и тарировочному графику определяется объем воды в мерной емкости бака 8. И так повторяется опыт, регулируя расход в большую или меньшую сторону.

По результатам опытов определяется:

- расход воды по формуле:  $W = \frac{V}{T}$  – л/с,

где  $W$  – объем воды в мерном баке, л;  $T$  – время наполнения, с.

- средняя скорость движения воды в трубе:  $v = \frac{Q}{\omega}$ , м/с,

где  $\omega$  – площадь живого сечения потока жидкости в трубе, м<sup>2</sup>.

- коэффициент гидравлического трения жидкости выражается по формуле

$$\text{Вейсбаха-Дарси: } \lambda = \frac{h_f \cdot d \cdot 2g}{l \cdot v^2},$$

где  $\lambda$  – коэффициент гидравлического трения жидкости;  $l$  – длина трубы, м;  $d$  – диаметр трубы, м;  $v$  – средняя скорость движения потока, м/с;  $g$  – ускорение силы тяжести, м/с<sup>2</sup>.

- число Рейнольдса:  $Re = \frac{v \cdot d}{\nu}$ ,

где  $v$  – средняя скорость движения жидкости в трубе, м/с;  $d$  – диаметр трубы, м;  $\nu$  – кинематический коэффициент вязкости жидкости, м<sup>2</sup>/с.

Из формулы А. Д. Альтшуля выражаем  $\Delta z$  – значение эквивалентной шероховатости труб:  $\lambda = 0,11 \left( \frac{\Delta z}{d} + \frac{68}{\text{Re}} \right)^{0,25}$

Затем по расчетным данным определялось значение эквивалентной шероховатости по графику Кольбука – Уайта и сравнивалось со значением эквивалентной шероховатости выраженной из формулы А. Д. Альтшуля [1].

В результате проведенных исследований можно сделать вывод о том, что эквивалентная шероховатость является величиной, позволяющей более точно определять потери напора на трение в трубопроводах. В ходе эксперимента была определена фактическая шероховатость трубопровода в лаборатории гидравлики кафедры ВиВ, она равна 0,4 – 0,5 мм. Зависимость потери напора от расхода жидкости в водопроводной трубе представлена на рис. 2.

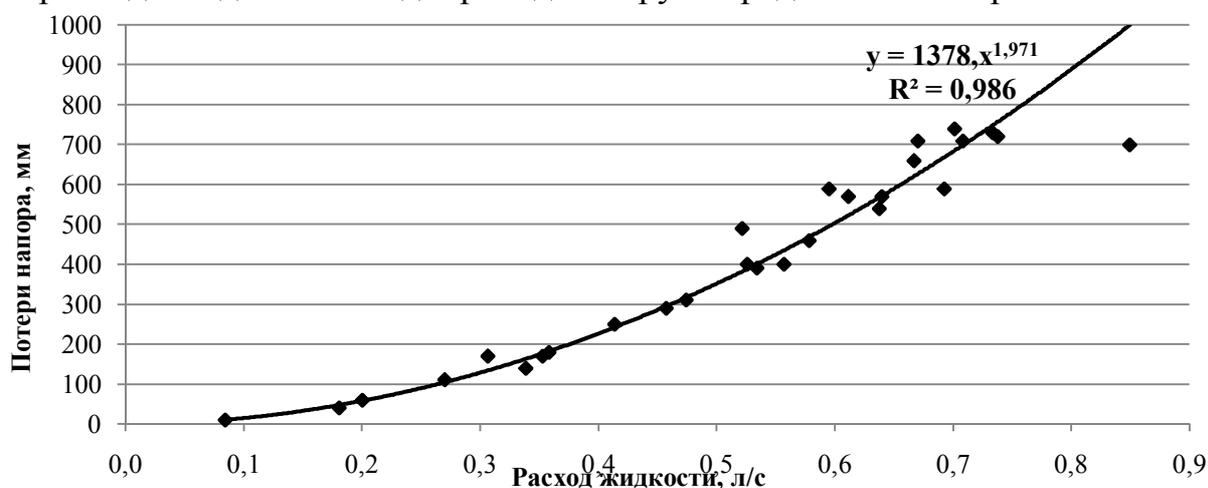


Рис. 2. Зависимость потери напора от расхода жидкости

1. Чугаев, Р.Р. Гидравлика (техническая механика жидкости): учебник для гидротехн. специальностей вузов / Р.Р. Чугаев. – Изд. 5-е, репр. – Москва : БАСТЕТ, 2008. – 671 с.

## К ВОПРОСУ ФИЗИЧЕСКОГО И МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ КАМЕР ГАШЕНИЯ НАПОРА

**Ю.В. Столбихин**

**В.М. Васильев**, научный руководитель, д-р техн. наук, профессор  
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный  
университет  
г. Санкт-Петербург

Камеры гашения напора являются сооружениями на канализационных сетях, основная задача которых – организация сопряжения напорного трубопровода от насосной станции и коллектора, отводящего сточные воды в самотечном режиме. Конструкции камер гашения напора в технической литературе

практически не рассмотрены [1]. В большинстве случаев камеры проектируются на усмотрение инженера, который руководствуется решениями по объектам-аналогам. В то же время камеры гашения напора являются ключевыми интенсификаторами процесса микробиологической (газовой) коррозии строительных конструкций как самих камер, так и коллекторов после них. Эта проблема особенно актуальна для России и постсоветского пространства в связи с участвовавшими в последние годы информационными сообщениями об авариях на коллекторах, приводящих к серьезным повреждениям городской инфраструктуры, экологическому ущербу, жизни и здоровью народонаселения. Актуальной задачей является создание конструкции камеры гашения напора, позволяющей снизить негативный эффект от коррозии. Это достижимо за счет организации процесса насыщения сточной жидкости кислородом воздуха. Способ насыщения жидкости кислородом воздуха (аэрация потока) основывается на представлении о том, что в случае насыщения сточной жидкости растворенным кислородом в достаточных концентрациях, будет происходить окисление образующегося за счет действия сульфатредуцирующих бактерий сероводорода. В научной литературе отмечается, концентрации растворенного кислорода выше 0,5 мг/л могут в целом предотвратить образование сульфидов [2]. Нами рассматривалась возможность подачи кислорода воздуха в зону отрыва струи в подводящем трубопроводе камеры гашения напора.

Для создания методики расчета и выработки рекомендаций по устройству камер гашения напора необходимо провести моделирование их конструкций. При этом необходимо определить оптимальное с гидравлической точки зрения взаимное расположение элементов камеры. Решение данной задачи осуществляется в два этапа:

- 1) Проведение моделирование на физической модели, созданной в гидравлической лаборатории СПбГАСУ;
- 2) Математическое моделирование средствами программного комплекса ANSYS 14.5.

Ограниченность возможности изменения расположения элементов камеры, изменения диаметров трубопроводов и расходов воды обуславливают необходимость создания именно математических моделей. Однако переход к ним невозможен без подтверждения правильности получаемых на математических моделях результатов. Поэтому параллельно создавалась физическая и математическая модели камеры гашения напора, и при одинаковых условиях было проведено сравнение полученных результатов.

Физическая модель камеры гашения напора была смонтирована на гидравлическом лотке в лаборатории гидравлики СПбГАСУ. На модели были проведены опыты и получены зависимости расхода эжектируемого воздуха от расхода воды. Затем была создана математическая модель камеры гашения напора в модуле CFX программного комплекса ANSYS. Сравнение картины течения жидкости представлено на рис. 1. Результаты моделирования представлены на рис. 2.



Рис. 1. Моделирование работы камеры гашения напора: а) – на физической модели; б) – на математической модели в ANSYS CFX

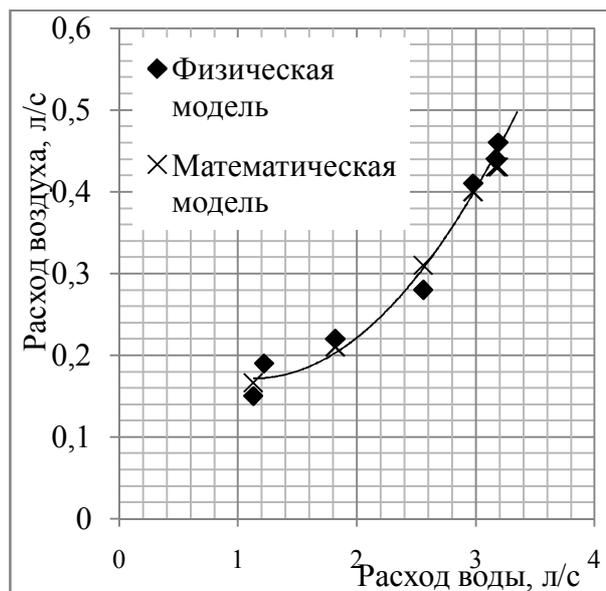


Рис. 2. Результаты моделирования

По результатам исследования можно сделать вывод, что данные, получаемые на модели в ANSYS CFX являются достоверными, так как отмечается хорошая сходимость с показателями физической модели, что позволяет моделировать различные сочетания гидравлических элементов и получить в конечном итоге оптимальную конструкцию камеры гашения напора.

1. Васильев В.М. Выбор конструкции приемно-разгрузочных камер (камер гашения) после напорных водоводов и их расчет / В.М. Васильев, Ю.В. Столбихин // Вода и экология. Проблемы и решения. – 2012. - №2/3 (50/51). – С. 48-61.

2. Tanaka, N. Aerobic–anaerobic microbial wastewater transformations and reaeration in an air-injected pressure sewer / Tanaka, N., Hvitved-Jacobsen, T., Ochi, T., Sato, N // Water Environ. Res. 72, 2000, p.665–674.

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

*Е.М. Терехова*

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

В последнее время ужесточились требования по сбросу сточных вод в водные объекты, в основном это обусловлено нормативами на азот и фосфор.

Очистные сооружения канализации (ОСК) города Вологды были реконструированы, что позволило повысить эффективность очистки по азотным соединениям и фосфору до нормативов. Однако изменение технологии очистки и образующихся осадков (сырой осадок теперь отсутствует) привело к сложностям при обработке осадков, основной из которых является загнивание и всплывание осадка на поверхность илоуплотнителя, что приводит к загрязнению надильной воды фосфатами.

Целью данного исследования является поиск решений по усовершенствованию процессов уплотнения осадков сточных вод на ОСК г. Вологды.

На ОСК г. Вологды в настоящий момент образуется только избыточный активный ил (ИАИ), действует следующая схема (рис. 1а). Избыточный активный ил из вторичных отстойников перекачивается в илоуплотнитель, где уплотняется 17-20 часов, затем ил отправляется на ленточный пресс-фильтр, где обезвоживается. Для лучшего связывания осадка перед обезвоживанием на пресс-фильтр также добавляется флокулянт.

Для интенсификации процессов уплотнения активного ила актуально подавать фильтрат, образующийся в процессе обработки осадков на фильтр-прессах, в илоуплотнитель. В настоящее время полученный фильтрат возвращается в приемную камеру, что приводит к повышению фосфатов в очищаемой сточной воде.

Проведенные ранее экспериментальные исследования показали, что фильтрат, положительно влияет на процесс интенсификации уплотнения осадков сточных вод, оптимальная доля равна 10%[1].

Для предотвращения выделения неприятных запахов в процессе уплотнения возможно использование аэробного стабилизатора.

На ОСК г. Вологды существуют два илоуплотнителя  $D=18\text{м}$  и  $D=30\text{м}$ , глубина 3,1 м. 18-метровый в данный момент не эксплуатируется.

Рассмотрим две возможные схемы обработки осадков сточных вод на ОСК г. Вологды (рисунок 1б и 1в). Схема 1б более предпочтительна, т.к. при стабилизации фосфаты будут содержаться в осадке, а не выходить в воду. Существующих объемов сооружений хватит для обеспечения 4 ч уплотнения с фильтратом и 1 суток стабилизации. При необходимости возможно нарастить стенки у 30-метрового уплотнителя, что позволит увеличить продолжительность стабилизации. Предлагаемая технологическая схема позволяет интенсифицировать процессы уплотнения, предотвратить загнивание осадка и сократить выход фосфатов в фугат.

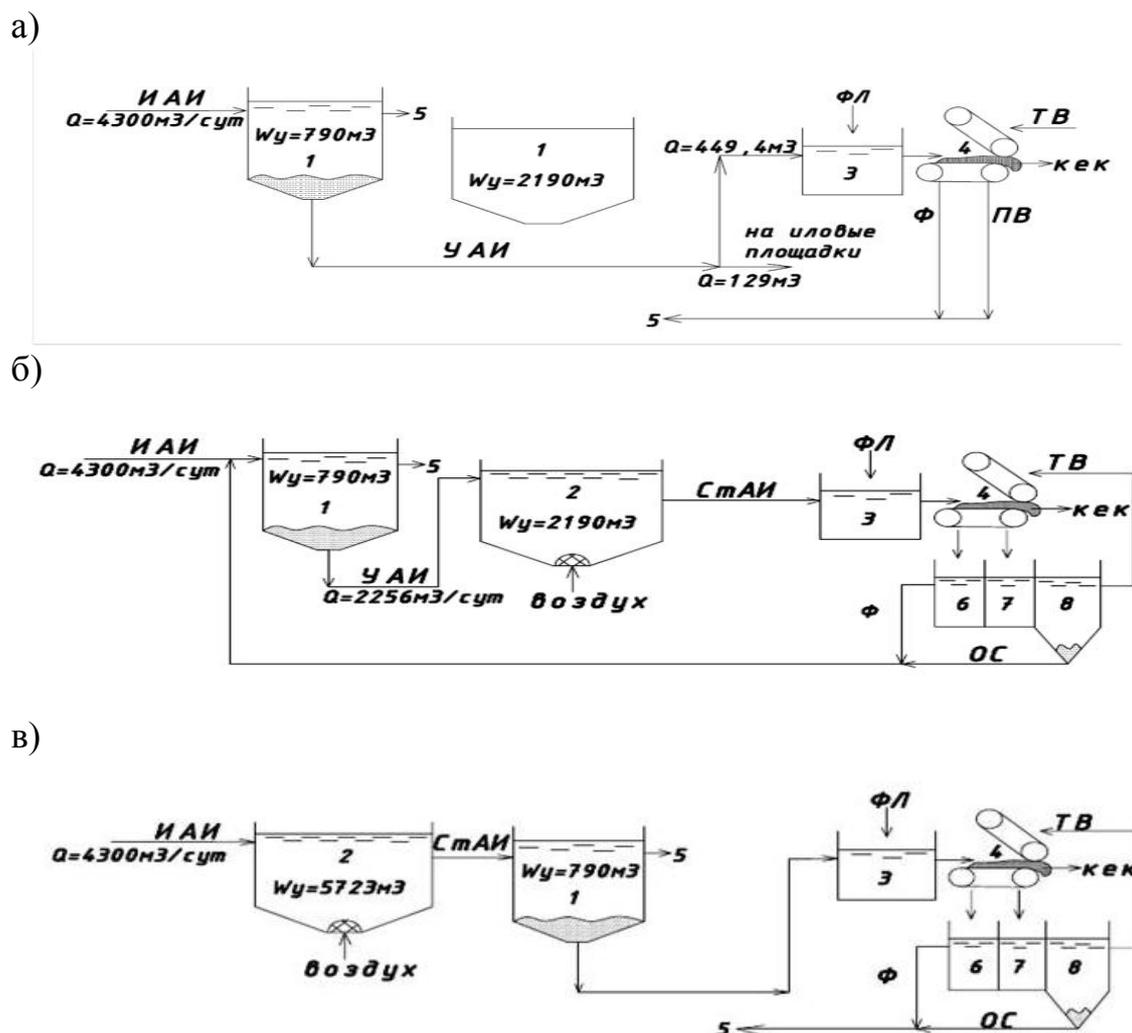


Рис. 1. Схемы обработки осадков сточных вод: а - существующая схема на ОСК г. Вологды; б - схема с предварительным илоуплотнением; в - схема с предварительной стабилизацией: 1-илоуплотнитель, 2-аэробный стабилизатор, 3- бак-смеситель, 4-фильтр-пресс, 5 - стоки в приемную камеру, 6 - бак для сбора фильтрата, 7 - бак промывной воды, 8 - отстойник, ИАИ - избыточный активный ил, УАИ - уплотненный активный ил, СтАИ - стабилизированный активный ил, ФЛ - флокулянт, ТВ - техническая вода, ПВ - промывная вода, Ф - фильтрат, ОС - осадок

Предлагаемые схемы обработки осадков сточных вод актуальны к применению не только на ОСК г. Вологды, но и на других очистных сооружениях, в особенности модернизированных в режим глубокой очистки сточных вод от биогенных веществ.

1. Терехова Е.М. Интенсификация процессов уплотнения осадков сточных вод городских очистных сооружений : материалы VIII ежегодной научной сессии аспирантов и молодых ученых: в 2-х т. / Мин-во образования и науки РФ; Вологод. гос. ун-т. – Вологда: ВоГУ, 2014. – Т.1: Технические науки. Экономические науки. – С. 190-195.

## ПРИМЕНЕНИЕ ПРИКРЕПЛЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ НА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ КАНАЛИЗАЦИИ

*Е.Е. Улютичева*

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

Очистка сточных вод – это процесс обработки стоков с удалением вредных веществ. Методы обработки стоков можно разделить на: механические, химические, физико-химические и биологические. Среди данных методов очистки большую роль играет биологический метод.

Очистка сточных вод и осадка при биологическом методе осуществляется микроорганизмами. В свою очередь они подразделяются на прикрепленные и свободно плавающие микроорганизмы.

Прикрепленные микроорганизмы имеют ряд преимуществ: более стабильны к залповым нагрузкам, не выносятся из реакторов, проще разделить кислородные зоны, дают дополнительный эффект при комбинировании со свободно плавающими. Прикрепленные микроорганизмы могут находиться на жесткой блочной и плавающей загрузке, применяться для очистки сточных вод и обработки осадка, в частности аэробной стабилизации. Процесс стабилизации предотвращает загнивание осадка, основываясь на изменении физико-химических характеристик осадка, сопровождающееся подавлением жизнедеятельности гнилостных бактерий.

Целью данной работы является исследование процесса обработки сточных вод и осадков с прикрепленными микроорганизмами.

На очистных сооружениях канализации г. Вологды проведена оценка эффективности стабилизации избыточного активного ила. Контролировались следующие параметры: объемная доза ила после 30 минут отстаивания в цилиндре объемом 1 л, удельное сопротивление осадка фильтрованию и кислородное дыхание. Стабилизация протекала 26 часов, период выбран с учетом имеющихся емкостей на сооружениях г. Вологды.

Можно отметить, что скорость уплотнения стабилизированного осадка увеличилась за время эксперимента. Скорость потребления кислорода сократилась, что может свидетельствовать об эффективном процессе окисления ила. Результаты опыта приведены в таблице.

Таблица

### Результаты исследований

Продолжительность стабилизации, час	Объемная доза ила, мл
0	895
22	860
24	845
26	840

Удельное сопротивление осадка фильтрованию имеет динамику к снижению (рис. 1).

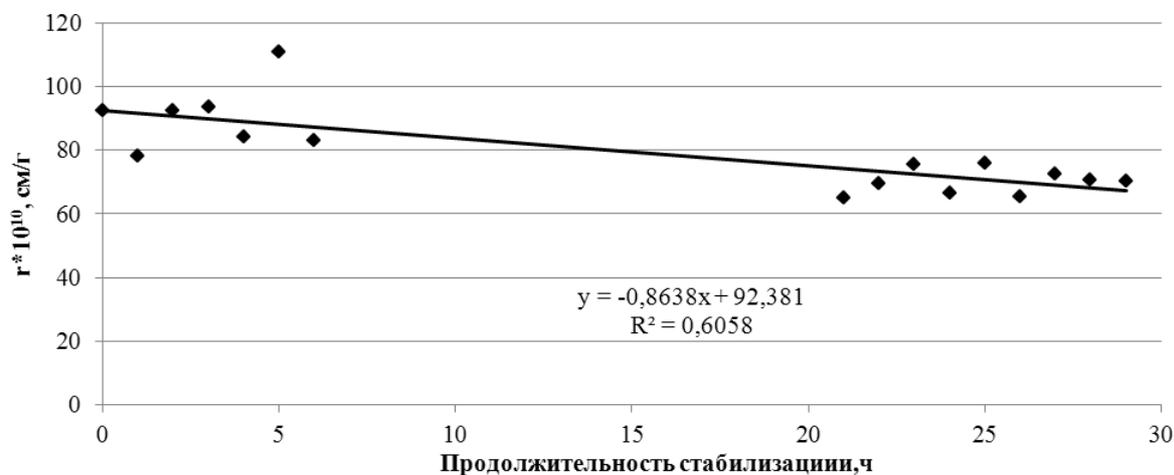


Рис. 1. Динамика изменения удельного сопротивления

Процесс очистки сточных вод и обработки осадков можно использовать одновременно. На рис. 2 представлена экспериментальная установка для исследования процессов очистки сточных вод и аэробной стабилизации осадка с помощью прикрепленных микроорганизмов. Установка представляет собой четыре емкости диаметром 200 мм высотой 1000 мм, оснащенные системой аэрации, пробоотборниками и трубопроводами подачи сточных вод и осадка. Установка работает в параллельном режиме для сопоставления процессов очистки стоков стабилизации осадков с прикрепленными на пластиковой загрузке свободно плавающими микроорганизмами, также возможна их комбинирование.

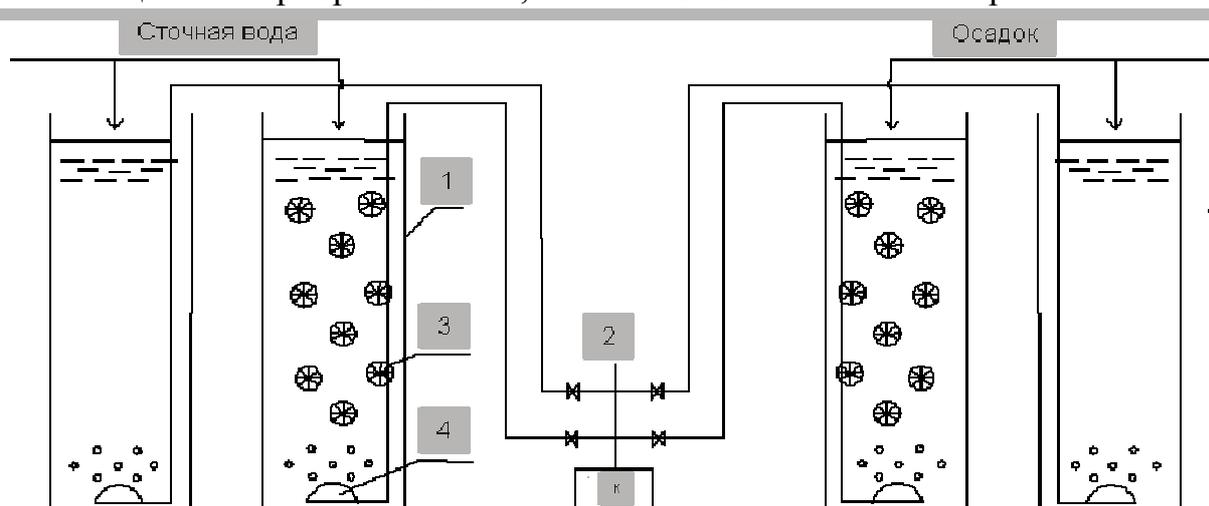


Рис. 2. Экспериментальная установка: 1 – пластиковая труба  $D=200$  мм; 2 – подача воздуха; 3 – пластиковая загрузка

## ОЦЕНКА РАБОТЫ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

*А.Ф. Шафигуллина*

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

В настоящее время большое количество очистных сооружений Вологодской области работает неэффективно, ввиду множества причин, среди которых можно выделить:

- неудовлетворительную эксплуатацию очистных сооружений;
- устаревшие технологии очистки сточных вод;
- изношенность основного производственного оборудования.

Конструкции и оборудование очистных сооружений канализации (ОСК) Вологодской области в настоящее время изношены, так как большинство из них были введены в эксплуатацию в 70-х годах прошлого столетия. При этом они могут быть достаточно прочными, но "морально" устаревшими, поэтому необходимо следить за их состоянием и при необходимости осуществлять модернизацию.

Целью проведенного исследования является оценка технологических параметров работы очистных сооружений канализации.

Объектом исследования являются сооружения с технологией биологической очистки сточных вод в аэротенках (ОСК-1) и сооружения с технологией глубокой очистки от азота и фосфора (ОСК-2).

Отобранные пробы иловой смеси из 4-х секций ОСК-1 и распределительной камеры вторичных отстойников ОСК-2 вносились в цилиндры объемом 100 и 1000 мл, отстаивались в течение 30 минут. При этом оценивались следующие параметры:

- доза ила по объему ( $a_v$ ), мл.;
- доза ила по сухому веществу ( $a_i$ ), г.;
- доза беззольного вещества активного ила, ( $a_{i\text{бз}}$ ) г/л.;
- иловый индекс (ИИ), мл/г;
- концентрация растворенного кислорода (КРК), мг $O_2$ /л.;
- скорость потребления кислорода (СПК): 
$$\text{СПК} = \frac{\text{КРК} - \text{КРК}_t}{(t_t - t) \cdot a_{i\text{бз}}}, (\text{мг}O_2 / (\text{гасбв} \cdot \text{час}))$$

По результатам эксперимента построен график динамики седиментации активного ила, представленный на рис. 1.

Определена скорость потребления кислорода на ОСК-1 и ОСК-2, которая позволяет оценить состояние активного ила. Отобранные пробы аэрировались до установления постоянного значения КРК, вносились в емкость и перемешивались.

вались при помощи магнитной мешалки и через равные промежутки времени измерялись значения КРК с помощью анализатора «МАРК-303Э».

Согласно [1] оптимальное значение СПК примерно равны 30-50 мгО<sub>2</sub>/(гасбв\*ч), что существенно отличается от полученных результатов, представленных на рис. 2.

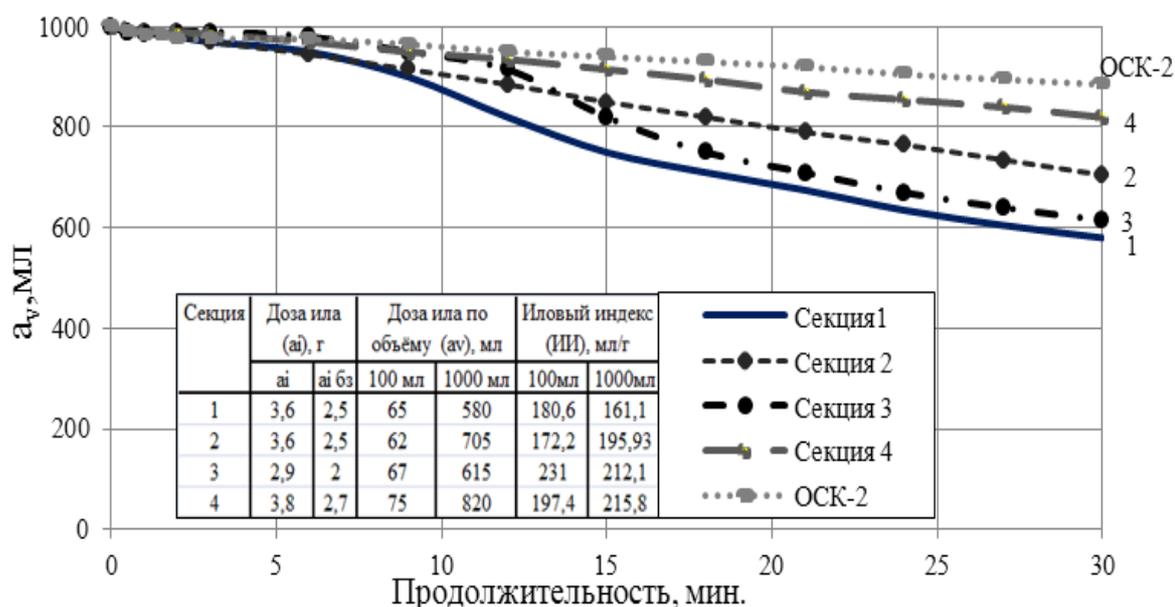


Рис. 1. Динамика седиментации активного ила

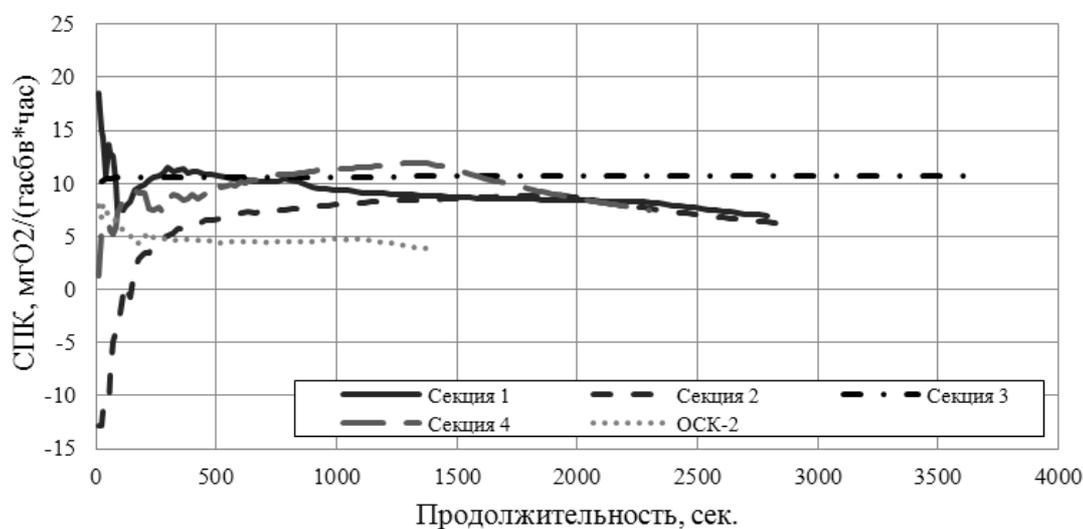


Рис. 2. Оценка скорости потребления кислорода

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Большая часть активного ила быстро уплотняется с первых минут наблюдения. С течением времени скорость осаждения постепенно уменьшается.

2. Низкая скорость потребления кислорода свидетельствует о недостаточном количестве кислорода, что приводит к вспуханию ила, а это резко нарушает работу аэротенков и снижает степень очистки сточных вод.

3. В соответствие с проведенными испытаниями можно сделать вывод о том, что активный ил разных секций ОСК-1 специфичен, что связано с неравномерной нагрузкой на секции и сбросом промышленных стоков с высокой концентрацией формальдегидов, которые отравляют ил.

1. Хенце М., Армоэс П., Ля-Кур-Янсен Й., Арван Э. Очистка сточных вод ; пер. с англ. Т.П. Мосоловой ; под ред. С.В. Калюжного. – Москва : Мир, 2004. – 480 с. ил.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА БИОФИЛЬТРАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЭРОБНЫХ И АНАЭРОБНЫХ ЗОН

**О.В. Янцен**

*Е.С. Гогина*, научный руководитель, канд. техн. наук, профессор  
Московский государственный строительный университет  
г. Москва

В России значительная часть сооружений малой производительности имеет в своем составе биофильтры, которые в основном работают лишь на неполную биологическую очистку. Таким образом, актуальной задачей в настоящее время представляется оптимизация работы биофильтров.

Были проведены исследования очистки сточной воды на биофильтрах с чередующимися аэробными и анаэробными (аноксидными) зонами.

Исследования включали в себя следующие этапы:

1. 2 зоны биофильтрации (аэробная и анаэробная) без рециркуляции нитратной воды

2. 2 зоны биофильтрации (аэробная и аноксидная) с рециркуляцией нитратной воды

3. 4 чередующиеся зоны биофильтрации (2 аэробных и 2 анаэробных) без рециркуляции нитратной воды

4. 4 чередующиеся зоны биофильтрации (2 аэробных и 2 аноксидных) с рециркуляцией нитратной воды

В качестве загрузочного материала использовался блок биологической загрузки. Работа проводилась с использованием искусственно составленной сточной жидкости на основе пептона. Концентрации загрязняющих веществ были наиболее приближены к реальной сточной жидкости.

На основе проведенных санитарно-химических анализов, можно сделать вывод об образовании вторичного загрязнения в схеме без рециркуляции и недостаточной эффективности очистки в двухступенчатой схеме. Было принято решение исследовать четырехступенчатую схему очистки. Лабораторная модель работала при том же расходе (соответственно была снижена гидравлическая нагрузка) [1].

Пробы отбирались в следующем порядке:

- 1- Поступающая сточная вода
- 2- Вода на выходе из первой аноксидной зоны
- 3- Вода на выходе из первой аэробной зоны
- 4- Вода после отстаивания в первом вторичном отстойнике
- 5- Вода на выходе из второй аноксидной зоны
- 6- Вода на выходе из второй аэробной зоны
- 7- Вода после отстаивания во втором вторичном отстойнике

В таблице представлены санитарно-химические показатели 4 этапа исследований.

Таблица

### Результаты исследований

Проба	Результаты химического анализа				
	$\text{NH}_4^-$ мг/л	$\text{NO}_2^-$ мг/л	$\text{NO}_3^-$ мг/л	$\text{PO}_4^{3-}$ мг/л	БПК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /л
1	29,3	-	-	3,85	112,87
2	26,75	0,91	4,85	2,79	53,92
3	23,17	2,21	7,34	2,57	45,40
4	22,97	1,95	8,64	3,36	28,75
5	7,72	1,97	12,21	3,29	15,08
6	3,98	1,53	13,11	3,52	15,2
7	3,05	1,2	11,73	3,92	10

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Был достигнут существенный эффект очистки по азоту аммонийному.
2. Было выявлено вторичное загрязнение, обусловленное особенностями биопленки, для поддержания биопленки в рабочем состоянии, необходима рециркуляция воды.
3. Высокую эффективность очистки показала технологическая схема с 4 зонами биофильтрации с рециркуляцией нитратной воды
4. Принято решение о проведении дальнейших исследований с различными нагрузочными материалами, различной гидравлической нагрузкой и степенью рециркуляции нитратной воды.
5. Снижение гидравлической нагрузки ведет к увеличению эффективности очистки.

1. Макиша Н.А, Янцен О.В. Гидравлическое моделирование и исследование процессов очистки сточных вод на биофильтрах с использованием плоскостной загрузки // Вестник ИрГТУ. – С. 171-175.

## ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

*М.И. Абакумов*

*П.А. Горикалев, научный руководитель, канд. техн. наук*  
Самарский государственный архитектурно-строительный университет  
г. Самара

Железнодорожный транспорт крайне негативно воздействует на окружающую среду. Это обусловлено следующими факторами:

- а) строительством железных дорог,
- б) производственно-хозяйственной деятельностью предприятий,
- в) эксплуатацией,
- г) сжиганием топлива.

Наиболее частыми загрязнениями территорий предприятий железнодорожного транспорта являются нефтепродукты, мазут, топливо, смазочные материалы, железо, свинец, медь, цинк, кобальт и др.

Загрязнения железнодорожных путей нефтепродуктами в основном происходят из-за утечки их из цистерн, котлов, при заправке колесных букс.

Тяжелые металлы проникают в почвы, находящиеся вблизи железной дороги, при транспортировке в открытых вагонах, при сгорании жидкого и твердого топлива на передвижных источниках. Особенно сильное загрязнение почв нефтепродуктами и тяжелыми металлами происходит вблизи железнодорожного полотна.

Тяжелые металлы накапливаются в верхнем слое почвы, а нефтепродукты проникают на большую глубину [2].

Каждый год из пассажирских вагонов выливается до 200 м<sup>3</sup> загрязненных сточных вод, на каждый километр пути. Также выбрасывается до 12 тонн сухого мусора. Это приводит к загрязнению железнодорожного полотна и придорожных ландшафтов.

Решением проблемы является использование в пассажирских вагонах аккумулярующих емкостей для сбора стоков и мусора или установкой в них специальных очистных сооружений, что на современном этапе встречается крайне редко.

Основные причины снижения масштабов воздействия железнодорожного транспорта на окружающую среду:

- низкие удельные расходы топлива на единицу транспортной работы;
- широкое применение электрической тяги;
- меньшее отчуждение земель под железные дороги, по сравнению с автодорогами.

Немаловажную роль играет использование электровозов вместо тепловозов, за счет чего сокращается сжигание углеводородного топлива.

Негативное влияние железнодорожного транспорта на окружающую среду также проявляется и в загрязнении воздушной, водной среды и земель при строительстве и эксплуатации железных дорог. Поэтому перед железнодорожным транспортом стоят важные задачи по уменьшению и предотвращению загрязнения окружающей среды [1].

При оценке воздействия железнодорожного транспорта на компоненты биосферы необходимо использовать системный подход, который позволяет более глубоко рассмотреть существующие связи в системе «Природа–Транспорт». Дело в том, что в любой системе между ее элементами существуют прямые и обратные связи. Например, при развитии и функционировании объектов железнодорожного транспорта необходимо учитывать такие свойства природных комплексов, как множественность связей, коммутативность (переместимость), аддитивность (усиление), многовариантность, устойчивость и многофакторная корреляция.

1. Ключкова, Е.А. Промышленная, пожарная и экологическая безопасность на железнодорожном транспорте /Е.А.Ключкова . - Москва: УМЦ ЖДТ, 2008. – 456с.

2. Теплых, С.Ю. Воздействие железных дорог на экологическую обстановку Земли /С.Ю.Теплых, А.А. Бондаренко, А.В. Илюшин // Наука и образование транспорту: материалы II Международной научно-практической конференции /СамГУПС.- Самара, 2010. - С.162-163.

## **ПАЛИНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЗДНЕЛЕДНИКОВЫХ И ГОЛОЦЕНОВЫХ ОСАДКОВ ОЗЕРА ЗВАН (ВАЛДАЙСКАЯ ВОЗВЫШЕННОСТЬ)**

*А.А. Анисимова*

*Л.А. Савельева, научный руководитель, канд. геогр. наук*

*И.С. Воскресенский, научный руководитель, канд. геогр. наук*

Санкт-Петербургский государственный университет

г. Санкт-Петербург

В результате исследования в 2013-2014 донных отложений озера Зван с Валдайской возвышенности была проведена предварительная реконструкция развития природной среды в пределах Валдайской возвышенности в голоцене в результате применения палинологического анализа донных отложений.

Актуальность работы заключается в возможности получить результаты о границах оледенения, скоростях его отступления, а также информацию об условиях формирования отложений.

Озеро Зван расположено в юго-восточной части Новгородской области близ ст. Селище железной дороги Москва – Санкт-Петербург. Мощность отобранной колонки составляет 4,24 м. Отбор проб на спорово-пыльцевой анализ проводился в интервале 10 см, но осадки были исследованы через 20 см с применением методик для проведения СПА для органогенных и минерагенных отложений.

По результатам СПА построена диаграмма, выделено 7 зон по преобладанию того или иного таксона, которые были сопоставлены со схемой периодизации голоцена Блитта-Сернандера. Согласно этой схеме, все выделенные интервалы были обобщены (выделены) в 3 крупных этапа изменения растительности. Первый этап включает первую палинозону, которая была отнесена к позднему дриасу. Второй этап охватывает интервал от начала пребореала до начала атлантики. Третий этап объединяет атлантический, суббореальный и субатлантический периоды голоцена.

В результате проделанной работы выяснилось, что результаты укладываются в общую схему развития растительности и климата северо-запада России [1, 2]. Полученные первые результаты показали необходимость проведения дальнейших более детальных исследований, особенно по изучению перехода от позднеледникового к голоцену.

1. Новенко, Е.Ю. Эволюция растительного покрова в позднем плейстоцене на территории Центрально-лесного заповедника / Е.Ю. Новенко, И.С. Зюганова, Д.Н. Козлов // Известия РАН. Серия географическая. – 2008. – №1. – С. 87-99.

2. Субетто, Д.А. Донные отложения озер: палеолимнологические реконструкции : монография / Д.А. Субетто – Санкт Петербург: РГПУ им А.И. Герцена, 2009. – 339 с.

## **БИОИНДИКАЦИОННАЯ ОЦЕНКА ГОРОДСКИХ НАСАЖДЕНИЙ ГОРОДА ГОМЕЛЬ**

*А.Г. Балуква, А.В. Толочко*

*Г.Л. Осипенко, научный руководитель, канд. биол. наук, доцент  
Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины  
г. Гомель, Республика Беларусь*

Городские насаждения составляют важнейшую часть урбанизированного ландшафта, так как являются эффективным средством экологической защиты города. Они оказывают заметное влияние на климат, регулируют количество осадков, положительно влияют на тепловой и радиационный режим, служат

резервуарами чистого воздуха, обогащая атмосферу кислородом и фитонцидами, предохраняют почвенный покров от водной и ветровой эрозии [1]. Степень пораженности листьев неинфекционными болезнями в таких насаждениях значительно снижена, краевые некрозы листа и пятнистости отмечаются редко и в основном возле, площадок, тропинок, которые зимой посыпаются противогололедной смесью. Характерными примерами этому явлению появление уже в июне на листьях каштана конского, разных видов липы, в меньшей степени клена остролистого, тополей и других пород краевого некроза листовой пластинки, а в дальнейшем образование бурых пятен, которые могут охватывать более 50% поверхности листа. Деревья, страдающие от солевых нагрузок, относятся к категории ослабленных, имеют изреженную крону, листовая пластинка тонкая, уменьшенных размеров [2].

Исследования проводились на территории города Гомеля в конце мая – начале июня 2014 года. Так, в ходе визуальной оценки было выявлено, что наиболее ярко выражены некротические повреждения на листьях березы повислой, произрастающей вдоль дороги в районе Речицкого шоссе (точечные и пятнистые 70–40%, краевые 5%) и в районе Химзавода (точечные и пятнистые 90–50%, краевые 10%), а на листьях березы повислой, произрастающей в парковой зоне, некротические повреждения менее выражены. Краевой некроз в данный период года также появляется на листьях каштана конского, в меньшей степени клена остролистого, тополей и других древесных пород. К концу июля-августа большая часть поверхности листа каштана конского отмирает, лист начинает скручиваться и опадает раньше времени.

Так, при проведении мониторинговых исследованиях по показателю индекса жизненного состояния можно проследить состояние зеленых насаждений вдоль улиц и дорог города Гомеля. Анализ данных, полученных в результате оценки жизненного состояния и параметров произрастания деревьев в городских придорожных насаждениях, проводился с учетом различных условий мест их произрастания. Распределение обследованных древесных насаждений по индексу жизненного состояния показало, что деревья, произрастающие в «лунках» среди замощенного пространства, имеют наиболее низкий показатель жизненного состояния, что позволило отнести их к категории «поврежденных» деревьев. Деревья в однородной посадке на газоне, а также в первом ряду многорядной посадки характеризуются как «ослабленные», а во втором ряду от дороги – «здоровые с признаками ослабления». В «лунках» наибольшей долей характеризуются ослабленные деревья, а в однорядной посадке доля сильно ослабленных деревьев больше, чем в других категориях насаждений.

Анализ распределения деревьев основных пород, произрастающих в ближайшем к дороге ряду, по категориям состояния показал, что наибольшей долей здоровых деревьев, но и значительной – усыхающих, характеризуется посадки липы мелколистной. Значения индексов жизненного состояния разли-

чаются незначительно, при этом древостой каштана конского обыкновенного отнесены к категориям «ослабленные», а клена платановидного и липы мелколистной – «поврежденные». Выборки из парковой зоны характеризуются более низкими показателями асимметрии  $-0,044$  или 1 баллу, что соответствует незагрязненным условиям среды. Выборки листьев вдоль дороги Объездной, примыкающей к предприятию «Гомельский химический завод» имеет более высокий показатель  $-0,061$  или 3 балла. Что говорит, о загрязнении территории по классификации Стрельцова. В зоне влияния завода присутствует такой фактор загрязнения, как перенос ветром фосфогипса в близлежащие леса с отвалов. Отвалы фосфогипса не только оказывают отрицательное воздействие на земную поверхность, но и являются загрязнителями поверхностных и грунтовых вод, а также прилегающих к отвалам древесных насаждений.

1. Мозалевская, Е.Г. Факторы дестабилизации состояния зеленых насаждений и лесов Москвы и Подмосковья / Е.Г. Мозалевская // Городское хозяйство и экология. – 1996. – № 2. – С. 102.

2. Бёртитц, С. Влияние загрязнений воздуха на растительность /С. Бёртитц; пер. с нем.; под ред. Х.Г. Деслера – Москва: Лесная промышленность, 1981. – 184 с.

## **ЗЕЛЕННЫЕ НАСАЖДЕНИЯ КАК ЗАЩИТА ОТ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ**

***Е.В. Булавина***

***А.И. Труфанов**, научный руководитель, канд. геол.-мин. наук, доцент  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Городские почвы выполняют разнообразные экологические функции, главными из которых являются: пригодность для произрастания зеленых насаждений, способность сорбировать в толще загрязняющие вещества и удерживать их от проникновения в почвенно-грунтовые воды, а также задерживать поступление пыли в городской воздух [1].

Основным источником загрязнения почв и приземного слоя воздуха пешеходных зон, прилегающих к автомагистралям, служит автотранспорт. Существующие зеленые насаждения часто не образуют защитного «экрана» на высоте человеческого роста (1-2 метра), то есть не защищают органы дыхания человека от вредного воздействия автотранспорта. Это обусловило актуальность разработки рекомендаций по посадке зеленых насаждений, имеющих максимальную пылезащитную способность.

Цель работы - разработка рекомендаций по устройству зеленых насаждений, прилегающих к автомагистралям на территории г. Вологды.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

1. Произвести отбор почвенных проб и выделение поровых растворов из них.
2. Произвести химических анализ почвенных проб на содержание тяжелых металлов.
3. Выявить участки, подверженные наибольшему загрязнению.

Отбор проб почвы произведен с 25 по 28 сентября 2014 года в количестве 8 образцов.

Под суммарным содержанием тяжелых металлов в данной работе подразумевается общее содержание Zn, Cu и Pb. Для определения тяжелых металлов нами использован метод, основанный на экстракции металлов дитизином, растворенным в четыреххлористом углероде. Адреса участков исследования и результаты химического анализа представлены в таблице.

Значения рН в почвенных пробах изменяются от 6 до 8, то есть имеют нейтральную и слабощелочную реакцию.

Исходя из полученных результатов наибольшему загрязнению подвержены территории прилегающие к улицам Предтеченская, Гагарина, Окружное шоссе, Прокатова, Горького, Пошехонское шоссе. Вдоль этих улиц зеленые насаждения отсутствуют или имеют неоптимальную конфигурацию с точки зрения защиты приземного слоя воздуха и почвы от выбросов автотранспорта.

Местоположение участков исследования представлено на рисунке.

Исходя из высоты и особенностей строения кроны для защиты органов дыхания от вредного воздействия автотранспорта, можно порекомендовать дополнительную посадку вдоль вышеперечисленных автомагистралей таких видов растений как тополь китайский пирамидальный, клен татарский, ива ломкая шаровидная, акация желтая, боярышники.

Таблица

**Результаты химического анализа образцов почвы**

№	Местоположение участка исследования	Суммарное содержание Me, мг/кг	рН
1	Парк Мира	< 0,005	7,0
2	Перекресток ул. Прокатова/Горького	43,7	7,5
3	ул. Чернышевского (у м-на «Бригантина»)	< 0,005	7,0
4	ул. Предтеченская (у стадиона «Политехник»)	190,0	7,0
5	Перекресток ул. Герцена/Пирогова	4,2	6,0
6	Перекресток ул. Петрозаводская/Московская	< 0,005	8,0
7	Перекресток ул. Гагарина/Окружное шоссе	70,5	7,0
8	Пошехонское шоссе (у моста)	25,9	7,0

Так как данные виды растений утверждены решением городской думы как наиболее пригодные для посадок вдоль автодорог, устройство дополни-



окружающей среды и повышение уровня заболеваемости населения горняцких поселков. Установлено, что в некоторых горнодобывающих районах Дальневосточного округа (ДФО) уже пройден порог самозащиты природы, нарушилось ее экологическое равновесие. Актуальность исследования обусловлена: 1) необходимостью сохранения и восстановления на техногенно загрязненной территории экологически чистой среды обитания, создания способа воспроизводства продуктивности поверхности хвостохранилищ, содержащих токсичные отходы; 2) необходимостью очистки загрязненных площадей; 3) необходимостью переработки техногенных образований, накопленных в больших объемах бывшими горными предприятиями ДФО; 4) отсутствием комплексных научных и научно-прикладных исследований, направленных на изучение вопросов обоснования новых технологий реабилитации горнопромышленных территорий. В связи с этим целью исследований явилась разработка новой технологии реабилитации земель, загрязненных токсичными отходами переработки минерального сырья, с использованием инновационного подхода, для обеспечения их экологической и социальной безопасности. Исходя из цели, определены следующие задачи:

1. Проанализировать, обобщить и систематизировать литературные данные и материалы патентного поиска по названной проблеме;
2. Оценить отходы как источник загрязнения объектов окружающей среды;
3. Разработать принципы технологии реабилитации хвостохранилищ, содержащих токсичные отходы переработки оловорудного сырья, и ее концепции.

Научная новизна заключается в том, что впервые проблему техногенного загрязнения горнопромышленной техногенной системы предлагается решить с использованием инновационного подхода. Личный вклад состоит в сборе и обработке материалов, а также постановке эксперимента в оранжерее и в производственных условиях и написании доклада. Исследования проведены в течение 2005-2014 гг. на территории Приморского края, Кавалеровского района, п. Фабричный. Объект исследования – горнопромышленные техногенные системы.

Критический анализ, обобщение и систематизация литературных данных и материалов патентного поиска свидетельствует о том, что проблема создания технологии реабилитации поверхности хвостохранилища, содержащего токсичные отходы, практически не изучена в условиях бывших горных предприятий Дальневосточного федерального округа, которые не справились с трудностями переходного периода, были обанкрочены и прекратили свое существование. Положение усугубляется тем, что зачастую эти техногенные объекты находятся в непосредственной близости от населенных пунктов. Оценка экологического состояния техногенной системы показывает, что длительное их воздействие на окружающую среду способствовало интенсивному загрязнению компонентов биосферы и возникновению экологически обусловленных заболеваний населения горняцких поселков. Усиление техногенного

воздействия на среду обитания обусловило напряженную экологическую обстановку в окрестностях горнодобывающих предприятий ДФО. Ликвидация накопленных в прошлом веке токсичных отходов является одним из условий достижения цели Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации до 2020 года по улучшению качества окружающей среды и экологических условий жизни человека. Выполненная оценка влияния техногенеза на экосистемы позволила разработать принципы создания новой технологии экологической реабилитации территории, подверженной негативному воздействию объектов накопленного экологического ущерба в результате прошлой хозяйственной деятельности добывающей и горно-обогатительной промышленности, с использованием инновационного подхода. На наш взгляд, она основана на следующих принципах: рационального использования земельных ресурсов, безопасных условий эксплуатации горнопромышленной территории, охраны окружающей среды, охраны здоровья населения горняцкого поселка, соответствия законодательству, экономической эффективности. На основе экспериментальных исследований в оранжерее и в производственных условиях создана концепция обеспечения экологической и социальной безопасности поверхности хвостохранилища, содержащего токсичные отходы, состоящая в использовании биоугля в качестве органического вещества, способствующего связыванию тяжелых металлов, находящихся в отходах, и иммобилизации их до неопасных пределов. Наилучшие результаты получены при внесении биоугля в количестве 30 % под бобово-злаковую смесь и листовницу даурскую. Экономический эффект от внедрения предлагаемой технологии составил 55 тыс. руб./га. Срок окупаемости способа рекультивации, разработанного нами, один год. Предлагаемая технология позволяет повысить качество среды обитания и улучшить здоровье населения горняцкого поселка.

## **РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ЗОН ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

*А.Д. Кузнецова, А.А. Жигалева, К.С. Аганова*  
*С.Н. Артемова, научный руководитель, канд. геогр. наук, доцент*  
Пензенский государственный университет  
г. Пенза

Построение экологического каркаса территорий - наиболее важная задача экологической организации пространства. Корни большинства экологических проблем кроются в неустроенности ландшафта, разрушении важнейших основ его существования, поэтому ландшафт должен стать главным объектом природоохранной деятельности.

Пензенская область расположена в лесостепной зоне с плодородными почвами (более 65% территории занято черноземами), благоприятными агроклиматическими ресурсами и является сельскохозяйственным районом. Около 71% территории занято сельскохозяйственными угодьями, из которых 84% составляют пашни. Длительное хозяйственное освоение привело к развитию деструктивных процессов в ландшафтах. Основные экологические проблемы, связанные с сельскохозяйственным освоением – эрозия, плоскостной смыв, заиление и обмеление малых рек, уменьшение запасов подземных рек. В области остро стоит проблема истощения водных ресурсов. Бессистемные природоохранные мероприятия (лесопосадки, снегозадержание и др.) не могут дать существенных результатов. Необходима научнообоснованная система рационального природопользования.

Цель настоящего исследования – разработка схемы зон экологического равновесия в пределах Пензенской области. Выделение зон природного каркаса, которые выполняют основные ресурсовоспроизводящие и средоформирующие функции, позволит вывести их из хозяйственного оборота и, после детального исследования, определить режим их использования. Прикладные исследования по обоснованию экологического каркаса проводятся в рамках такого направления ландшафтоведения, как ландшафтное планирование.

Планирование экологического каркаса также как и ландшафтное планирование опирается на теорию взаимодействия общества и природы. По мнению Б. Б. Родомана [1] важнейшим элементом культурного ландшафта является пространственное сочетание элементов зон экологического равновесия и хозяйственного (экономического) каркаса. Зоны интенсивного хозяйственного использования (урбанизированные территории, транспортные магистрали, промышленные узлы, карьеры и др.) должны быть максимально удалены от природных охраняемых территорий и областей формирования водных ресурсов. В основе такого поляризованного ландшафта находится природный каркас. Зоны экологического равновесия и будут играть роль экологического каркаса, от которого зависит способность природного комплекса выполнять ресурсовоспроизводящую и средоформирующую роль.

Исходными материалами явились литературные и фондовые источники по гидрогеологическому строению, почвенно-растительному покрову. Центральным звеном привязи пространственной информации является общегеографическая ландшафтная карта Пензенской области, созданная ранее группой ученых под руководством доктора географических наук, профессора МГУ им. Н.П. Огарева г. Саранска Ямашкина А.А.[2].

Согласно теории Б. Б. Родомана[1] зоны экологического равновесия должны включать существующую систему особо охраняемых природных территорий, наиболее сохранившиеся природные геосистемы, а также экологические коридоры, соединяющие все элементы экологического каркаса.

Учитывая основные положения и рекомендации к выделению зон экологического равновесия нами был разработан алгоритм выделения зон экологического равновесия Пензенской области, включающий следующие этапы работы: 1) выявление закономерностей ландшафтной дифференциации и характеристика геосистем Пензенской области ранга вид местности; 2) исследование вертикальной структуры ландшафтов, выявление нижней границы геосистем разных рангов по глубине залегания подземных вод; 3) исследование водного режима и увлажненности геосистем, выявление областей питания подземных вод; 4) анализ существующей системы природоохранных территорий; 5) выявление наиболее уязвимых зон природного каркаса: областей питания подземных вод, областей, наиболее подверженных эрозионным процессам, сохранившиеся участки лесов и степей с малоизмененной экосистемой.

К зонам регионального экологического равновесия, которые принимают наиболее активное участие в формировании природных геодинамических процессов или входов в природную структуру ландшафта мы отнесли крупные лесные массивы Окско-Донской равнины. К зонам областного экологического равновесия – зеленые и водно-зеленые коридоры (участки активного развития экзогеодинамических процессов на крутых придолинных склонах водораздельных поверхностей, обособленные лесные массивы Засурья, долины рек и др.). К зонам экологического равновесия локального уровня – отдельные массивы лесов и степей. Предложенные результаты исследований являются исходными материалами дальнейших разработок по созданию целостной концепции экологического развития Пензенской области.

1. Родоман, Б.Б. Поляризованная биосфера: Сб.ст / Б.Б. Родоман. – Смоленск : Ойкумена, 2002. – 336 с.

2. Ямашкин, А.А. Ландшафтная карта и пространственные закономерности природной дифференциации Пензенской области / А.А. Ямашкин, С.Н. Артемова, Л.А. Новикова, Н.А. Леонова, Н.С. Алексеева // Проблемы региональной экологии. – 2011. – Вып. 1. – С. 49-56.

## ИЗУЧЕНИЕ СПЕКТРОВ СВЕТОДИОДНЫХ ЛАМП

*О.Ю. Курицын, Е.С. Маслов*

*Л.А. Кузина, научный руководитель, канд. физ.-мат. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В условиях экономического кризиса проблема энергосбережения приобретает особенную актуальность. Лампы накаливания имеют сплошной спектр теплового излучения, аналогичный спектру Солнца, к которому наши глаза приспособились в ходе биологической эволюции. Вот только максимальная температура, до которой можно нагреть вольфрамовый волосок лампы накаливания, около 3000 К, что даёт максимум излучения на длине волны 1000 нм – это инфракрасное излучение. В видимое излучение преобразуется около 5% электроэнергии, остальное уходит в тепло. Люминесцентные лампы, заменившие лампы накаливания почти повсеместно в учреждениях и даже в наших домах, раз в 5-7 лучше по светоотдаче, но эти лампы содержат ядовитую ртуть, а свет их вреден, особенно для детских глаз [1]. Появившиеся в последние годы светодиодные лампы (СДЛ) рекламируются как имеющие лишь один недостаток – дороговизну: у них низкое электропотребление (кпд якобы достигает 90%); они не нагреваются, компактные, лёгкие, прочные, долговечные, экологически безвредные. Эти замечательные качества заявляют изготовители ламп. В интернете полно различных сведений о СДЛ, но чаще всего они не подкреплены конкретными научными данными и противоречат друг другу. Найти объективные научные исследования качества различных СДЛ оказалось очень сложно; см. [2] – это чуть ли не единственная найденная нами научная публикация, подкреплённая экспериментальными данными.

Задачей настоящей работы было собственное независимое исследование и сравнение спектров различных ламп и на основе этих исследований получение выводов о возможности (безопасности) их использования в быту. Интерес вызвали наиболее популярные лампы, имеющиеся в продаже. В общей сложности исследовались спектры 9-ти светодиодных ламп (см. табл.) и для сравнения – 4-х компактных люминесцентных энергосберегающих ламп (КЛЛ): ТЗ 44 25W/2700/E27, ESL-N31-15/2700/E14 Uniel, LH13-AS/4200/E14 Camelion и EXP 102009/E27 Космос, а также ламп накаливания. Спектры наблюдали с помощью монохроматора УМ-2, предварительно проградуированного по спектральным линиям ртутной лампы. В спектрах всех исследованных ртутных ламп наблюдались отдельные дискретные спектральные линии, слегка размытые, в отличие от сплошного спектра лампочек накаливания и почти сплошного спектра СДЛ. Цвет излучаемого светодиодом света имеет довольно узкий спектр, зависящий от состава полупроводника. Для получения белого света на

поверхность светодиода, излучающего в ультрафиолетовом диапазоне, наносится три люминофора, излучающих, голубой, зеленый и красный свет. Три излучения смешиваются, образуя белый или близкий к белому свет. Проблема состоит в том, что доля излучения различных длин волн всё-таки не сбалансирована. В спектрах СДЛ слишком велика доля фиолетово-синего излучения (яркий фиолетовый пик на 470 нм особенно заметен в спектре СДЛ № 2) и недостаток излучения с длиной волны около 480-510 нм («провал» в синезелёной области спектра наблюдался для большинства исследованных ламп; см. табл.). Следствием такой несбалансированности является плохая цветопередача. Коэффициент цветопередачи, равный 100, соответствует естественному солнечному излучению; если  $R_a < 70$ , то такую лампу лучше не использовать для чтения или кропотливой мелкой работы. Большинство исследованных ламп маркировки по цветопередаче не имела, из чего можно сделать вывод, что у этих ламп с цветопередачей не всё в порядке. Действительно, свет почти всех исследованных СДЛ (кроме № 7 и 9) неприятен для глаз: либо кажется слишком тусклым, либо слепит глаза.

№ п/п	Лампа	Производитель	Описание спектра и особенности лампы
1	Ecola LED 4.2W, E14, 2700K, тёплый белый свет	Китай	Сплошной, заметный «провал» на 490 нм; жёлтая тусклая
2	PLED-SE- G45 - 3W, 4000K, E27, jazzway, $R_a > 75$ , 220 Lm	Китай	Сплошной, «провал» на 480 нм
3	LED DESK LAMP – 3W DEL-712	?	Сплошной, «провал» на 490 нм
4	Supra SL-LED-PR-A60, 10W, 3000K, E27, 850 Lm	Китай	Сплошной, небольшой «провал» на 510 нм, очень яркая, слепит глаза
5	LSF14W7F 7W, 3000K, E27, ODEON	Италия	Сплошной, небольшой «провал» на 480 нм
6	LED1328C6 6,3W, 2700K, E14, IKEA	Швеция - Китай	Сплошной, нет «провала»
7	GL45 7W, E27, 3000K, Космос, 540 Lm, тёплый белый свет	Россия - Китай	Сплошной, нет «провала»,
8	Ecola LED 5.4W, E14, 4000K, естественно белый свет	Китай	Сплошной, нет «провала», слепящее-яркая
9	Gauss Elementary LED Globe 6W, E27, 2700K, $R_a > 80$ , 610 Lm	Россия - Китай	Сплошной, нет «провала», мягкий тёплый свет

Для чтения и работы с мелкими деталями можно рекомендовать использовать всё-таки лампы накаливания, а СДЛ – только с цветопередачей  $R_a > 80$  тёплого белого света и проверенных производителей (из исследованных - №№ 6, 7 и 9). К сожалению, лампы накаливания с мощностью свыше 100 Вт запретили, что неразумно: чем меньше мощность лампы накаливания, тем больше энергии уходит в тепло, тем желтее и тусклее свет. Что касается энергосбережения, то в масштабах страны доля бытовых светильников ничтожна по срав-

нению с энергопотреблением в промышленности. Более того, из-за дороговизны СДЛ экономии даже в бюджете семьи не получится, а вот зрение можно испортить, особенно детям.

1. Влияние спектральных характеристик светодиодов на зрение человека: [Электронный ресурс] – Режим доступа:

<http://www.yarregion.ru/depts/dtert/DocLib/4%20Дейнего%20В.Н.%20%20ОАО%20НЭТ.pdf>

2. LED-лампы. Независимая экспертиза [Электронный ресурс] - Режим доступа: [http://www.lightingmedia.ru/netcat\\_files/File/CC2012\\_03\\_1-0815%20Черняк%20\(Рейтинг%20ВНИСИ\).pdf](http://www.lightingmedia.ru/netcat_files/File/CC2012_03_1-0815%20Черняк%20(Рейтинг%20ВНИСИ).pdf)

## НАПРАВЛЕНИЯ ПО ОХРАНЕ МАЛЫХ РЕК ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

*В.Л. Моляренко*

*А.И. Павловский, научный руководитель, канд. геогр. наук, доцент  
Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины  
г. Гомель*

Водные ресурсы являются важным компонентом гидросферы Земли и неотъемлемой частью всех земных экосистем. Изменение глобального климата и загрязнения окружающей среды оказывают воздействие на количество и качество поверхностных и подземных вод. Постепенное уничтожение и усилившееся загрязнение ресурсов пресной воды, получившее широкое распространение во многих регионах мира, наряду с объемом наращивания хозяйственной деятельности требует обеспечения комплексного планирования и рационального использования водных ресурсов.

Анализ результатов практической реализации запланированных положений по 6 основным направлениям соответствующего раздела НСУР показал, что они в различной степени были выполнены [1].

Основными направлениями деятельности в области использования и охраны водных ресурсов на 2010-2015 годы являются:

1. Разработка новых технологических нормативов водопотребления и водоотведения для промышленных организаций;

2. Сокращение сброса в водные объекты недостаточно очищенных сточных вод путем реконструкции действующих и строительства новых сооружений для очистки таких вод с внедрением прогрессивных экономических технологий их очистки;

3. Повышение уровня технической эксплуатации сооружений для очистки сточных вод сельских населенных пунктов;

4. Совершенствование технологических схем отведения и утилизации стоков крупных животноводческих комплексов;

5. Реализация проектов водоохраных зон и прибрежных полос водных объектов;

6. Расширение сети регулярных наблюдений за состоянием наиболее важных в природоохранном отношении озер и водохранилищ;

7. Развитие сети наблюдений за состоянием подземных вод в районах размещения потенциальных источников загрязнения;

8. Создание благоприятных условий для развития водного туризма и рекреации на водных объектах.

В области комплексного освоения и использования водных ресурсов проводились мероприятия по более глубокой очистке сточных вод.

Для проведения первоочередных мер по очистке и охране малых рек Гомельской области следует:

1. Провести облесение вдоль русел малых рек и примыкающих к речным долинам оврагов (р. Птичь, р. Уборть, р. Беседь, р. Друть, р. Добысна, р. Тремля);

2. Ограничить сброс неочищенных стоков в малые реки и очистить русла от хлама, упавших деревьев, мусора;

3. Восстановить старую и построить новую сеть прудов и малых водоемов, прежде всего каскадных;

4. Ликвидировать свалки по берегам рек и оврагов (р. Уза, р. Нератовка, р. Уть, р. Тремля);

5. Расчистить родники, ключи, источники (повсеместно);

6. Осуществлять контроль за выпасом в поймах, за технологией и сроками внесения удобрений и ядохимикатов в бассейнах малых рек (повсеместно);

7. Реконструкция и ремонт мелиоративных систем.

Необходимо разработать комплексную программу рационального природопользования в бассейнах малых рек и предусмотреть в ней инвентаризацию малых рек и определить для каждой реки природные условия и ресурсы водосбора. Нужно рационализировать землепользование в речных долинах, выявить возможности для создания прудовых хозяйств рекреационного и рыбохозяйственного назначения, устройства малых и микро-ГЭС (например, для фермерских хозяйств). В такой программе будут заинтересованы прежде всего сельские и районные администрации, руководители предприятий. Поэтому она может быть обеспечена финансированием за счет местных бюджетов [2].

Для прогнозирования социально-экономического развития региона, выполнения конкретных проектов, связанных с использованием водных ресурсов, в республике ежегодно выпускаются «Государственный водный кадастр. Водные ресурсы, их использование и качество вод» и «Экологический бюллетень: Состояние природной среды», в которых приводится подробный анализ состояния и использования поверхностных и подземных вод.

1. Калинин, М.Ю. Водные ресурсы Гомельской области : учеб. пособие / М.Ю. Калинин, А.А. Волчек. – Минск : ООО «Белсэнс», 2007. – 144 с.
2. Гидрографическая сеть Белоруссии и регулирование речного стока : научное издание / под ред. И.М. Широкова. – Минск : Университетское, 1992. – 152 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ И КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

*Е.С. Моница*

*Е.В. Хайдукова, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Вологодская молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина  
г. Вологда

Качество воды оказывает влияние на здоровье человека. По данным ВОЗ вода находится на втором месте по социальной значимости после вопроса социальной бедности. Исследование потребления и качества питьевой воды являются актуальными.

Цель: исследование потребления и качества питьевой воды.

Задачи: изучение потребления воды для питьевых целей, исследование физико-химических показателей воды, разработка рекомендаций.

Объект: вода из разных источников.

Методы: социологический опрос, титриметрический, потенциометрический.

По данным Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Вологодской области основным источником водоснабжения являются поверхностные воды. На их долю приходится 90,3% от общего годового объема водопотребления. Они являются водами гидрокарбонатного класса группы кальция малой и средней степени минерализации.

Широко распространена система водоснабжения путем использования колодцев, скважин. Однако зачастую эти источники воды не проходят техническую экспертизу, исследование качества воды, водопользование проходит с нарушениями.

Жесткость воды – нормативный показатель и составляет не более 7 ммоль/л [1].

Водородный показатель характеризует кислотно-щелочное равновесие. Большинство биологических жидкостей в организме (кровь, лимфа, слюна, цитоплазма клеток, синовиальная жидкость) имеет слабощелочную реакцию среды 7,4 – 7,5. Так как показатель влияет на здоровье человека, то он нормируется и составляет 6 – 9 [1].

Окислительно-восстановительный потенциал характеризует окислительно-восстановительные реакции. Для внутренней среды человека величина отрицательная (от -100 до -200 мВ), а питьевой воды - положительная (от +100 до +400 мВ).

Исследование источников водопотребления проходило методом анкетирования. В анкетировании участвовало 45 человек. Основным источником водоснабжения является водопроводная вода централизованной системы – 69% от общего числа респондентов, так как участвовали городские жители. В качестве источников водоснабжения используются также колодцы (16%), скважины (7%), источники (4%). Низкий процент бутилированной воды (4%) объясняется высокой стоимостью данной услуги.

Общий объем потребляемой жидкости у большинства респондентов (69%) составляет 2 литра. В этот объем входит чистая питьевая вода. Ее потребление, составляет 0,5 л у 67% опрошенных. А количество людей, употребляющих чистую воду в объеме 2 литра, составило 3 человека (6%).

Результаты исследования физико-химических показателей воды представлены в таблице.

Таблица

#### Физико-химические показатели воды

Источник	Жесткость общая, ммоль/л	Карбонатная жесткость, ммоль/л	Ca <sup>2+</sup> ммоль/л	Mg <sup>2+</sup> ммоль/л	Ca : Mg 1 : 0.5	pH	Eh, мВ
1. Водопровод ул Парковая	7,70	4,0	3,60	4,10	1 : 1,14	6,90	+200
2. Колодец д Заря	8,15	7,8	5,25	2,90	1 : 0,55	7,55	+260
3. Колодец д Дятькино	8,17	7,7	5,05	3,12	1 : 0,60	7,50	+380
4. Скважина д Абакшино	9,50	5,2	4,80	4,70	1 : 0,98	8,40	+180
5. Источник д Смыково	12,15	7,0	7,65	4,50	1 : 0,59	7,55	+320
6. Колодец д Поповка	5,90	4,4	5,30	0,60	1 : 0,11	7,75	+280
7. Бутилированная «Серебряная роса»	0,70	0,5	0,45	0,25	1 : 0,56	8,45	+120

В пяти пробах из семи показатель жесткости воды имеет завышенное значение. Основное количество проб относится к воде жесткой. Один образец (источник деревня Смыково) вода очень жесткая (10,5 – 12,5 ммоль/л). Очень мягкой водой являются образец №7. Оптимальное соотношение ионов кальция

и магния в четырех образцах (60%) т.е. вода сбалансированного минерального состава. Вода централизованной водопроводной системы образец № 1, не соответствует нормативу. Это можно объяснить нарушениями технологии водочистки и водоподготовки. По показателю рН все образцы соответствуют норме (6 – 9). Окислительно-восстановительный потенциал (Eh) всех образцов находится в области положительных значений. Для снижения этого показателя клетки организма будут отдавать электроны - протекает реакция окисления, идет процесс старения клетки.

Для поддержания водного баланса большинство респондентов используют недостаточное количество питьевой воды, а различные напитки обладают дегидратирующим свойством, т. е. выводят воду из организма.

Для улучшения качества воды необходимо активно использовать в домашних условиях системы фильтров очистки, питьевую бутилированную воду с низким значением жесткости воды и сбалансированным минеральным составом.

1. СанПиН 2.1.4.1074 – 01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества [Электронный ресурс]: утв. Гл. гос. санитар. врачом РФ 26.09.2001:- введ. 01.01.2002 – Режим доступа: [http://www.docload.ru/Base\\_sdoc/9/9742/index.htm](http://www.docload.ru/Base_sdoc/9/9742/index.htm)

## **ИЗУЧЕНИЯ ГЕЛЬМИНТОФАУНЫ ЛОСЯ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «РУССКИЙ СЕВЕР»**

*Н. А. Новикова, Л.А Соколова, А.В. Новожилова*  
*С.В. Шестакова, научный руководитель, канд. вет. наук, доцент*  
*Т.П. Рыжаккина, научный руководитель, канд. вет. наук, доцент*  
Вологодская молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина  
г. Вологда

Национальный парк «Русский Север» располагается на территории Кирилловского района Вологодской области. Одним из видов животных, обитающих на территории НП «Русский Север» и имеющих важное охотничье-промысловое значение, является лось. На численность популяции лоса, а также качество мяса, шкур и других продуктов охоты влияет ряд причин, в том числе инвазионные болезни. В связи с этим актуальным является изучение видового состава гельминтов.

Однако исследование паразитофауны этих копытных в условиях НП «Русский Север» не проводилось.

С целью изучения данного вопроса на кафедре эпизоотологии и микробиологии ФГБОУ ВПО «ВГМХА им. Н.В. Верещагина» в сентябре 2014 года была начата работа по изучению паразитофауны лося НП «Русский Север».

За период исследования нами было проведено частичное гельминтологическое вскрытие по К.И. Скрябину семи туш лосей, проведены копрологические исследования десяти проб фекалий.

В изученном нами материале обнаружены цестоды - *Moniezia expansa*, *Cysticercus tenuicollis*, *Echinococcus granulosus* (larvae), *Alveococcus multilocularis* (larvae), нематоды подотряда *Strongylata*.

Заражение лосей личиночными цестодами связано с домашними и дикими плотоядными животными. Причем, впервые на территории Вологодской области было зарегистрировано поражение лося ларвальной стадией *Alveococcus multilocularis*.

Остальные виды гельминтов - это обычные паразиты сельскохозяйственных жвачных животных в изучаемом регионе. Выпас крупного и мелкого рогатого скота часто осуществляется на окрайках леса, где они контаминируют почву яйцами и личинками гельминтов, заражая в последствие лосей, выходящих на эти же участки.

Потенциально опасными для человека из числа выявленных гельминтозов являются эхинококкоз и альвеококкоз.

Данные, полученные в результате исследований паразитофауны лося на территории Национального Парка «Русский Север» могут послужить основой для разработки комплекса противогельминтозных оздоровительных мероприятий, предназначенных для сохранения популяций диких животных.

## ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕК БАССЕЙНА РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

**Е.В. Орлова**

*Л.Г. Рувинова, научный руководитель, д-р биол. наук, профессор*  
*Г.А. Тихановская, научный руководитель, канд. биол. наук, доцент*

Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Рыбинское водохранилище относится к крупным источникам хозяйственно-питьевого водоснабжения Вологодской области и находится под мощным влиянием промышленных, коммунально-бытовых и сельскохозяйственных сточных вод, которые загрязняют его воды и нарушают экосистему водохранилища. Загрязняющие вещества от сельскохозяйственных и промышленных комплексов поступают в водохранилище преимущественно с водами рек, ко-

торые его питают. В связи с этим, оценка экологического состояния рек бассейна Рыбинского водохранилища является весьма актуальной.

Цель исследования – комплексный экологический анализ состояния рек бассейна Рыбинского водохранилища, протекающих по территории Вологодской области – Ягорбы, Кошты, Мологи.

Задачи исследования: оценить динамику химического загрязнения и токсичность вод исследуемых рек; выявить возможные источники их загрязнения.

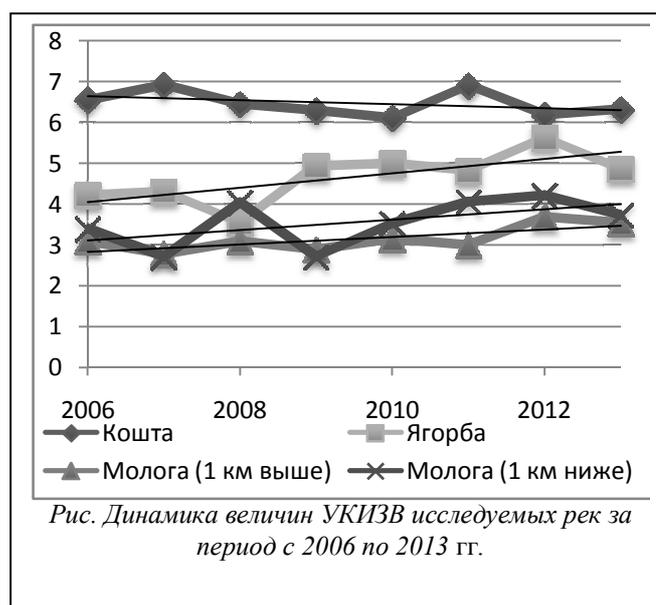
Исходными данными для исследования динамики гидрохимических показателей рек послужили величины УКИЗВ, опубликованные в Докладах о состоянии и охране окружающей среды Вологодской области с 2006 по 2013 гг. [1].

Пробы воды для проведения биотестирования были отобраны в сентябре 2014 года в соответствии с ГОСТ Р 51592-2000: Вода. Общие требования к отбору проб.

Оценка токсичности проб проводилась методом биотестирования с использованием инфузорий *Paramecium Caudatum* на программно-аппаратном комплексе «Биолат» [2]. При экспозициях в течение 72 часов определялся прирост количества инфузорий, который характеризовал выживаемость. Количественная оценка токсичности выражалась в виде безразмерной величины – индекса токсичности (Т).

В результате анализа динамики величин УКИЗВ исследуемых рек (рис.) было выявлено, что за период с 2006 по 2013 гг. наблюдалось незначительное увеличение уровня загрязнения вод рек Ягорбы и Мологи, уровень загрязнения вод реки Кошта за исследуемый период был на относительно постоянном уровне.

Основными загрязняющими веществами исследуемых малых рек являлись органические вещества, соединения железа, цинка и меди. Содержание данных соединений в водах рек обусловлено природными факторами. В водах реки Кошты были обнаружены сульфаты, нитритный и аммонийный азот, соединения никеля и марганца. Данные вещества, вероятно, поступали в водный объект со сбросами предприятий черной металлургии и химической промышленности города Череповца. Реки Ягорба и Молога являются приемниками сточных вод сельскохозяйственных комплексов, в связи с этим в водах рек были зафиксированы повышенные концентрации хлорорганических пестицидов.



По результатам биотестирования (табл.) воды рек Кошта и Молога (1 км выше г. Устюжна) имели допустимую степень токсичности (от 0 до 0,4). Воды рек Ягорба и Молога (1 км ниже г. Устюжна) характеризовались умеренной степенью токсичности (от 0,4 до 0,7).

Таблица

### Результаты биотестирования вод исследуемых рек

Пункт отбора пробы	$\Sigma 1$	$\Sigma 2$	$K_b$	T	Степень токсичности
р. Кошта, г. Череповец	208	195	0,94	<b>0,28</b>	допустимая
р. Ягорба, г. Череповец	401	516	0,78	<b>0,40</b>	умеренная
р. Молога (1 км выше г. Устюжна)	359	395	0,91	<b>0,31</b>	допустимая
р. Молога (1 км ниже г. Устюжна)	187	311	0,6	<b>0,51</b>	умеренная

Таким образом, по результатам гидрохимических исследований было установлено, что наибольшее количество загрязняющих веществ поступало в воды р. Кошта, что связано со сбросом в данный водоток сточных вод предприятий г. Череповца. По результатам биотестирования было установлено, что наибольшую токсичность имеют воды рек Ягорба и Молога (ниже г. Устюжна), что, вероятнее всего, связано с влиянием на данные водотоки сточных вод сельскохозяйственных предприятий, загрязняющие вещества которых оказывают цитотоксическое действие на гидробионтов.

1. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Вологодской области в 2012 году / Правительство Вологодской области, Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Вологодской области; отв.ред А.М.Завгородний – Вологда, 2013. – 260 с.

2. ПНД ФТ 14.1:2:3:4.2-98. Методика определения токсичности воды по хемотаксической реакции инфузорий – Москва: Государственный комитет Российской Федерации по охране окружающей среды, 1998. – 17 с.

## ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В СНЕЖНОМ ПОКРОВЕ ГОРОДА ВОЛОГДЫ

**И.Н. Павлов**

**А.И. Труфанов**, научный руководитель, канд. геол.-мин. наук, доцент

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Показателем пространственного распределения загрязнителей может быть снежный покров, фиксирующий выпадения из атмосферы и косвенно отражающий состояние «воздушного бассейна». Снег способен захватывать из атмосферы во время снегопада существенную часть продуктов техногенеза и откладывать их на поверхности земли [1].

В настоящее время химический метод исследования снежного покрова используется для выявления глобальных и региональных особенностей загрязнения атмосферы, особенно в условиях с длительным залеганием снежного покрова [1].

Цель работы – оценка уровня загрязненности тяжелыми металлами снежного покрова на территории г. Вологды.

Для достижения данной цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. Произвести отбор проб снега на загрязненных и фоновых участках.
2. Исследовать образцы снега на содержание тяжелых металлов.
3. Оценить уровень загрязненности тяжелыми металлами снегового покрова г. Вологды.

Отбор проб снега в количестве 8 образцов производился в марте 2015 г. на площадках с ненарушенным снеговым покровом. С каждого участка на всю высоту снегового покрова отбиралась одна смешанная проба, состоящая из трех точечных проб. При отборе проб были охвачены селитебные и промышленные территории. Фоновый участок находился на площадке свободной от древесной растительности на территории ООПТ «Парк Мира».

Под суммой металлов в природных водах подразумевают общее содержание в воде элементов Zn, Cu, Pb. Нами использован метод определения суммы металлов основанный на экстракции металлов дитизоном, растворенным в четыреххлористом углероде [2].

Результаты химического анализа образцов снега представлены в таблице.

Суммарное содержание тяжелых металлов в снеговых пробах изменяется от <5 до 160 мкг/л. Наибольшее содержание тяжелых металлов (160 мкг/л) зафиксировано в пробе на ул. Чернышевского у магазина «Бригантина» рядом с железнодорожными путями. Средние значения (60-80 мкг/л) зафиксированы в пробах на перекрестках улиц Прокатова/Горького и Гагарина/Окружное шоссе, рядом со стадионом «Политехник» и мостом на Пошехонском шоссе. Наименьшие значения (20 мкг/л) зафиксированы в пробах на перекрестке улиц Герцена/Пирогова и на ул. Ленинградская у магазина «Экспресс». В фоновой пробе содержание тяжелых металлов составило <5 мкг/л.

Таблица

**Результаты химического анализа образцов снега**

№	Местоположение участка исследования	Суммарное содержание металлов, мкг/л	pH
1	Парк Мира (фон)	<5	5,0
2	Перекресток ул. Прокатова/Горького	60	6,5
3	ул. Чернышевского (у м-на «Бригантина»)	160	6,5
4	Стадион «Политехник»	60	5,0
5	Перекресток ул. Герцена/Пирогова	20	5,0
6	ул. Ленинградская (у м-на «Экспресс»)	20	6,5
7	Перекресток ул. Гагарина/Окружное шоссе	72	7,0
8	Пошехонское шоссе (у моста)	80	5,5

Значение рН снеговых проб изменяется от 5 до 7, то есть имеют слабо-кислую и нейтральную реакцию среды.

Повышенное содержание тяжелых металлов в снежном покрове в пунктах 3, 8, 7, 2 и 4 может быть обусловлено тем, что вблизи них расположены сильно загруженные автомагистрали с большим числом полос для движения, вдоль проезжих частей которых отсутствуют зеленые насаждения необходимой конфигурации.

Местоположение участков исследования снежного покрова представлено на рисунке.

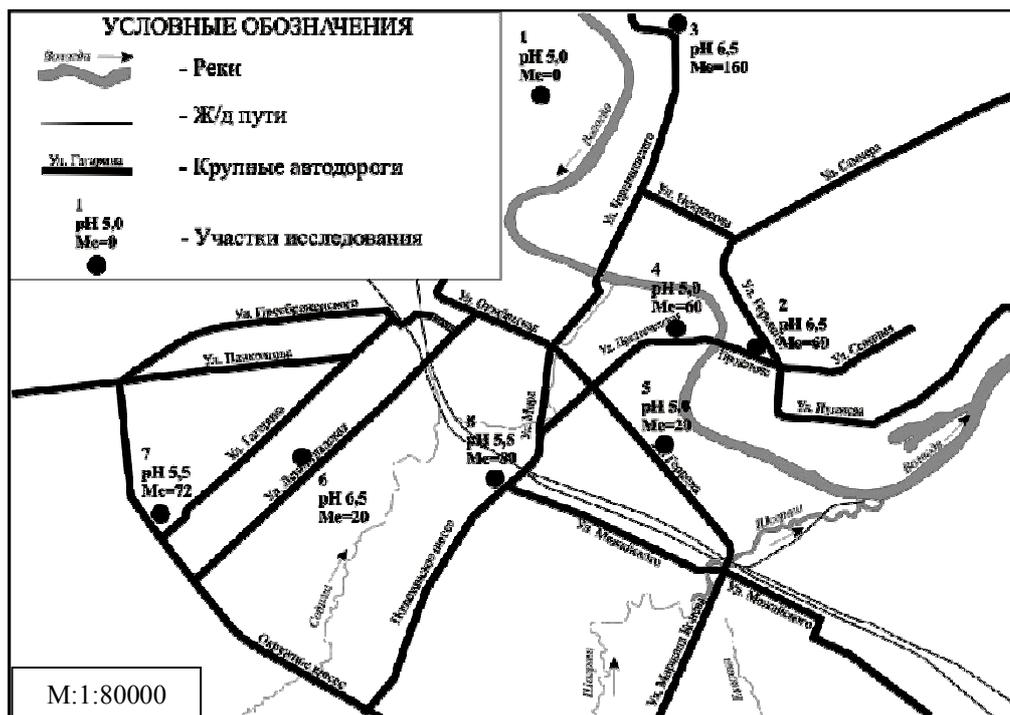


Рис. Местоположение участков исследования

1. Бабич, Н.А. Интродуценты в зеленом строительстве северных городов : монография / Н.А. Бабич, О.С. Залывская, Г.И. Травникова. – Архангельск : Арханг. гос. техн. ун-т, 2008. – 144 с.

2. Методическое руководство по определению микрокомпонентов в природных водах / отв. ред. И.Ю. Соколов. – Москва: ГОСГЕОЛТЕХИЗДАТ, 1961. – 358 с.

## РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

*Е.Н.Серебрякова*

*О.И. Лихачева, научный руководитель, ст. преподаватель*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Социально-экономическое развитие любого региона, как и в целом страны, зависит от количества располагаемых водных ресурсов и правильно организованного водопользования.

Цель работы - комплексный анализ организации водопользования на территории Вологодской области. На основании поставленной цели были определены следующие задачи: оценить количество и качество поверхностных и подземных вод; оценить водопотребление по бассейнам и по отраслям экономики, оценить сбрасываемые сточные воды по количеству, качеству и по отраслям экономики; разработать предложения по рационализации водопользования.

В формировании водных ресурсов исследуемой территории участвует сложный комплекс физико-географических условий. Территория расположена в зоне избыточного увлажнения, что способствует формированию густой речной и озерной сети. Водные объекты, формирующие гидрографическую сеть, имеют направление течения к бассейнам трех морей: Белому, Каспийскому и Балтийскому. Основой водного фонда являются реки. По территории области протекает около 20 тыс. рек. В области имеется 6 крупных водохранилищ, более 4000 озер. Утвержденные эксплуатационные запасы подземных вод на территории области составляют 145 тыс.м<sup>3</sup>/сут. Ресурсный потенциал пресных подземных вод оценивается в 7557 тыс.м<sup>3</sup>/сут. [1].

Анализ организации водопользования на территории Вологодской области показал что:

1. Ресурсы поверхностных вод распределены не равномерно. Основная часть рек области (98%) относится к категории «малых», в гидрологическом отношении они практически не изучены. На реках с площадями водосборов менее 50 км<sup>2</sup> в настоящее время вообще не ведутся гидрометрические наблюдения. Следовательно, планировать какие-либо водохозяйственные мероприятия на данных водотоках затруднительно. Стабильность водного режима таких рек может быть обеспечена только при сбалансированном хозяйственном воздействии.

2. Обеспеченность подземными водами тоже крайне неравномерна. Основной объем запасов питьевых подземных вод сосредоточен в западных районах области. Качество извлекаемых подземных вод не соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 по содержанию железа, бора и мутности. Вода

из водозаборных скважин, в большинстве случаев, подается потребителям без предварительной очистки.

3. 60% поверхностных вод на основе значений УКИЗВ относятся к категории "грязная", «очень грязная» [2]. Действующая в настоящее время система наблюдения за состоянием водоемов не позволяет оперативно принимать меры по улучшению качества воды. Необходимо внедрять системы управления водными ресурсами на основе информационно-вычислительных комплексов.

4. Водоснабжение отраслей экономики в регионе комбинированное, осуществляется как из поверхностных, так и подземных источников. Основными потребителями являются промышленные предприятия (76%). На втором месте находится ЖКХ, потребляющие до 13 % свежей воды. Наибольший объем забирается из водных объектов Верхневолжского бассейнового округа - 79 %, из Двинско-Печорского 17 %, Балтийского бассейнового округа 4 % [1].

5. Рациональность использования водных ресурсов низкая. На многих предприятиях применяются устаревшие водоемкие производственные технологии, отсутствуют приборы учета на водозаборных узлах, высокий уровень потерь водных ресурсов при транспортировке -13,61 млн.м<sup>3</sup> в год [1]

6. Водоотведение сточных вод производится в основном в поверхностные водные объекты. Количество водопользователей, сбрасывающих сточные воды в поверхностные водные объекты - 155, количество выпусков сточных вод - 353, обеспеченно измерительной аппаратурой – 51 выпуск. Наибольшую антропогенную нагрузку испытывают водные объекты, на берегах которых расположены крупные промышленные предприятия. Основная масса загрязняющих веществ, сбрасываемых в водные объекты - БПК, взвешенные вещества, азот аммонийный, нитраты.

7. Многие населенные пункты области испытывает дефицит в питьевых водах из-за низкого качества источников водоснабжения и несовершенных технологий водоподготовки.

Эффективное решение проблем водопользования может быть достигнуто только на базе комплексного подхода охватывающего все аспекты деятельности в области нормирования и контроля качества воды, ее очистки, обеззараживания и материального обеспечения.

Региональной проблемой, требующей особого внимания, является сохраняющийся высокий уровень негативного антропогенного воздействия на водные объекты. Для улучшения состояния водных объектов необходимо, по нашему мнению, разработать региональные нормативы качества воды водных объектов. Существующая в настоящее время методика расчета НДС является несовершенной. Использование ПДК при нормировании сбросов веществ в составе сточных вод приводит к установлению ошибочных приоритетов при управлении антропогенной нагрузкой на водные объекты. Также необходимо разработать региональные программы по сокращению и ликвидации сброса

загрязняющих веществ, разработать схемы комплексного использования и охраны водных объектов. В настоящее время схемы разработаны только по бассейнам рек Онеги и Северная Двина.

1. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Вологодской области в 2013 году [Электронный ресурс]- Режим доступа:<http://dpr.gov35.ru>

2. Доклад об экологической обстановке на территории Вологодской области и итогах деятельности Департамента в 2014 году [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://vologda-oblast.ru>

## **ГЕЛЬМИНТОФАУНА МЕДВЕДЕЙ И КАБАНОВ, ОБИТАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИИ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Л.А. Соколова, Н.А. Новикова, Е.С. Белькова*

*Т.П. Рыжакина, научный руководитель, канд. вет. наук, доцент*

*С.В. Шестакова, научный руководитель, канд. вет. наук, доцент*

Вологодская молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина  
г. Вологда

Сохранению, воспроизводству и устойчивому использованию объектов животного мира, сохранению биологического разнообразия на территории Вологодской области в последние годы уделяется большое внимание.

Изучение гельминтофауны диких животных, в том числе кабана и бурого медведя, является актуальным, так как гельминты – это одна из причин регулирующих численность животных. До начала наших исследований целенаправленного определения паразитофауны кабана и бурого медведя, обитающих на территории Вологодской области не проводилось.

Целью нашей работы является изучение видового состава гельминтов бурого медведя и кабана.

По данным Департамента по охране, контролю и регулированию использования объектов животного мира области в 2014 году количество кабанов составило – 6664 особей, бурого медведя – 8570 особей. Согласно данным официальной ветеринарной отчетности Вологодской области у бурого медведя зарегистрированы следующие заболевания: трихинеллез, дикроцелиоз, диروفилариоз и эхинококкоз. У кабанов регистрируется трихинеллез.

Результаты исследования. Для изучения гельминтофауны мы провели частичное гельминтологическое вскрытие по К.И. Скрябину семи туш медведей поступивших из Сямженского (1), Кирилловского (4) и Череповецкого районов (2 туши); пяти туш кабанов из Кирилловского (4) и Череповецкого (1) района. А также проведена компрессорная трихинеллоскопия каждой туши.

Проведены копроовоскопические исследования 10 проб фекалий медведя и 12 проб фекалий кабана.

В результате наших исследований у бурого медведя выявлены следующие виды гельминтов: трематода - *Dicrocoelium lanceatum*, нематоды - *Trichinella spiralis*, *Baylisascaris transfuga*, *Dirofilaria spp.* У кабанов мы обнаружили *Echinococcus granulosus (larva)*, *Cysticercus tenuicollis*, *Trichinella spiralis*, *Metastrongilus spp.*

Из числа выявленных гельминтозов медико-ветеринарное значение имеют трихинеллез, эхинококкоз и диروفилариоз.

Результаты изучения гельминтофауны кабана и бурого медведя могут быть включены в план мероприятий по сохранению численности животных, а также разработке мероприятий по профилактике и борьбе с особо опасными гельминтозоонозами.

## БИОЛОГИЧЕСКАЯ РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗОЛОТВАЛА ТЭЦ-1 г. ХАБАРОВСКА

*А. А. Супрунова, Т. Г. Борзенкова*

*Л. Т. Крупская, научный руководитель, д-р биол. наук, профессор*  
Тихоокеанский государственный университет  
г. Хабаровск

Природно-ресурсная направленность российской экономики, в том числе в Дальневосточном федеральном округе (ДФО), без соблюдения принципов рационального природопользования обусловила значительные масштабы изъятия земель. Большие площади изымаются под золоотвалы в ДФО. На участках нарушения и прилегающих землях ухудшается качество среды обитания, экологическая обстановка. Золоотвалы обладают повышенной потенциальной опасностью, так как являются объектами, приводящими к чрезвычайным ситуациям в случае их повреждения. Пыление золоотвалов наносит огромный вред окружающей среде и вызывает появление различных заболеваний у населения. Они не способны самостоятельно вернуться в прежнее состояние и стать субстратом для нормального роста растений. В связи с этим актуальность исследований несомненна. Целью исследования является изучение особенности рекультивации золоотвала ТЭЦ-1 для обеспечения его экологической безопасности. Определены следующие задачи: 1. Проанализировать, обобщить и систематизировать литературные источники по названной проблеме, а также материалы исследований, проведенных лабораторией ТЭЦ-1; 2. Исследовать химический состав золы золоотвала; 3. Изучить степень прорастания травосмеси в зависимости от состава субстрата; 4. Проанализировать

интенсивность миграции ионов тяжелых металлов из субстрата в растения; 5. Предложить оптимальный состав субстрата для рекультивации золоотвала ТЭЦ-1.

Исследования проведены в течение 2010-2015 гг. на территории золоотвала ТЭЦ-1, расположенного в районе с. Ильинка Хабаровского района, Хабаровского края.

Научная новизна заключается в том, что впервые проведена комплексная оценка токсичности золоотвалов, содержащих большое количество тяжелых металлов. Экспериментально показана возможность снижения их токсичности и предложена технология рекультивации золоотвала ТЭЦ-1.

Личный вклад состоит в сборе и обработке материалов, постановке эксперимента в лабораторных условиях, разработке составов субстратов и травосмеси, а также написании доклада и подготовке презентации.

Анализ, обобщение и систематизация литературных данных свидетельствует о том, что одним из главных факторов отрицательного воздействия на окружающую среду являются золоотвалы, для складирования которых изъяты продуктивные земли. В результате происходит их загрязнение за счет возникающих геохимических потоков. Выявлено, что отсутствие объективных методов оценки экологической опасности загрязнения экосистем от золоотвалов сдерживает разработку рекомендаций по улучшению условий проживания населения в зоне влияния золоотвалов ТЭЦ.

Для решения поставленных задач был проведен лабораторный опыт в вегетационных сосудах. Осуществлены исследования на следующих, предложенных нами, субстратах: 1) зола+почва+песок; 2) зола+опилки; 3) зола+почва; 4) зола+песок; 5) контроль – естественная почва, отобранная для эксперимента из экологически чистого района; 6) зола+смешанный корокомпост из лесопромышленных отходов. Проведены наблюдения за ростом и развитием смесей многолетних трав на разных субстратах.

Исследование химического состава золы показало высокое содержание в ней токсичных химических элементов (Hg, Be, Sr, Cd, V, Th, 40K, Cr, Mb, As, Sb, Se, Te, Pb, Ni, Co). Установлено, что загрязнение воздушного бассейна здесь можно отнести к экстремально высокому уровню загрязнения (ЭВЗ), а основным загрязнителем является пыль, содержащая повышенные концентрации тяжелых металлов (Pb, Mn, Cu, Cr, Co, Ni, Cd), что приводит к ухудшению здоровья населения, особенно высокому уровню болезней органов дыхания. Наши исследования свидетельствуют о том, что климатические условия района способствуют пылевому разносу токсичных веществ с поверхности золоотвала, что сказывается негативно на состоянии здоровья населения, проживающего вблизи ТЭЦ-1.

На подготовленных модульных почвогрунтах изучена степень прорастания бобово-злаковой травосмеси (травосмесь: тимофеевка, клевер, горчица) в

зависимости от состава субстрата, свидетельствующая о том, что наилучшие условия созданы в субстрате: зола+песок+почва, а также песок+зола и зола+смешанный корокомпост из лесопромышленных отходов по сравнению с другими вариантами.

Проанализирована интенсивность миграции ионов тяжелых металлов в растения, позволившая сделать вывод о том, что концентрация оксидов тяжелых металлов в разных субстратах различная.

Экспериментальные исследования показали, что состояние бобово-злаковой травосмеси в разных субстратах различное. Выявлен оптимальный состав субстрата, рекомендованный нами для рекультивации золоотвала ТЭЦ-1, а именно: почва+песок+зола и зола+смешанный корокомпост из лесопромышленных отходов. Климатические условия не позволяют рекомендовать для рекультивации вариант субстрата песок+зола для условий Хабаровского края из-за сильных ветров. В дальнейшем работа будет продолжена. В 2015 г. предполагается заложить экспериментальную площадку, площадью 0,25 га, непосредственно на территории золоотвала ТЭЦ 1 г. Хабаровска.

## **К ВОПРОСУ О ФОРМАХ МИГРАЦИИ ЖЕЛЕЗА В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ**

*А.Р. Труфанов, А.В.Иванова*

*А.И. Труфанов, научный руководитель, канд. геол.-мин. наук, доцент  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Подземные воды с повышенным содержанием железа распространены очень широко, в том числе в Вологодской области. В настоящее время они используют слабо. Присутствие железа в подземных водах выше допустимых норм ( $0,3 \text{ мг/дм}^3$ ) существенно затрудняет их эксплуатацию, которая сопряжена с дополнительными затратами на удаление растворенного железа. Для выбора метода обезжелезивания подземных вод требуется хорошее знание его гидрохимических особенностей, а также его форм миграции, с тем чтобы из множества различных методов и технологических схем водоподготовки, применяемых в настоящее время, выбрать оптимальные.

Однако ряд зарубежных авторов и большинство отечественных ученых (Карюхина, 1977; Николадзе, 1978; Журба, Соколов, Говорова, 2003 и др.), работающих над проблемой улучшения качества подземных вод, считают, что преобладающей формой нахождения железа в подземных водах является бикарбонат двухвалентного железа. Изучение гидрогеохимических особенностей железистых вод и форм миграции железа в подземных водах в различных рай-

онах позволяет считать такое утверждение ошибочным. В качестве подтверждения нами был проведен расчет форм миграции в подземных водах трех водоносных горизонтов с высоким содержанием железа и преобладанием среди анионов гидрокарбонат иона.

Расчёт производился по методике С.А. Брусиловского, 1963 с использованием констант нестойкости по F.J. Millero [1] и Sillen and Martell [2].

Результаты расчета процентного соотношения форм миграции компонентов состава подземных вод, вскрытых водозаборными скважинами, сведены в таблицу.

Скважины оборудованы на три водоносных горизонта с разными гидрогеологическими условиями и химическим составом. Однако, несмотря на благоприятные условия комплексообразования, железо мигрирует в ионной форме, практически не образуя гидрокарбонатные комплексы. Подземные воды часто содержат в своем составе органические соединения. В таких водах железо образует сложные, трудноудаляемые железоорганические комплексы. В связи с этим определение форм нахождения железа в таких водах особенно актуально при выборе методов его удаления.

Таблица

**Результаты расчета форм миграции компонентов состава воды  
(в % от валового содержания анионов и катионов без учёта органических  
и гидроксокомплексов)**

	скв. 243.				скв. 245				скв. 247			
	Свободный ион	MgHCO <sub>3</sub> <sup>+</sup>	CaHCO <sub>3</sub> <sup>+</sup>	FeHCO <sub>3</sub> <sup>+</sup>	Свободный ион	MgHCO <sub>3</sub> <sup>+</sup>	CaHCO <sub>3</sub> <sup>+</sup>	FeHCO <sub>3</sub> <sup>+</sup>	Свободный ион	MgHCO <sub>3</sub> <sup>+</sup>	CaHCO <sub>3</sub> <sup>+</sup>	FeHCO <sub>3</sub> <sup>+</sup>
Mg <sup>2+</sup>	96.4	3.7			97.8	2.2			98.57	1.43		
Ca <sup>2+</sup>	96.		4		97.5		2.50		98.4		1.6	
Fe <sup>2+</sup>	84			16	90			10.8	93.4			6.6
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	93	0.5	0.1	6.4	94.6	0.52	0.84	4.1	96.7	0.3	0.23	2.75
Формула Курлова	$M_{1.4} \frac{HCO_3 84 Cl 7 NO_3 6 SO_4 3}{Na 69 Mg 22 Fe 5 Ca 4}$				$M_{1.0} \frac{HCO_3 66 Cl 33 SO_4 1}{Ca 43 Mg 30 Na 25 Fe 2}$				$M_{0.4} \frac{HCO_3 89 Cl 8 SO_4 2 B1}{Mg 36 Na 35 Ca 24 Fe 3}$			

Анализируя неудовлетворительную работу некоторых обезжелезивающих установок, можно заключить, что основной причиной плохой их работы явля-

ются неверные исходные данные о состоянии и формах миграции железа в подземных водах при проектировании.

Освоив методику расчёта форм миграции железа, мы планируем использовать её при определении миграционных форм железа в водах, содержащих растворённые органические соединения. К сожалению, в отечественной литературе нет констант нестойкости железа с органическими соединениями, что порой создаёт дополнительные трудности в работе.

1. Melchor González-Davila, J. Magdalena Santana-Casiano, Frank J. Millero. Oxidation of iron (II) nanomolar with  $H_2O_2$  in seawater. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 2005, 69, No.1, pp. 83-93.

2. Silen L.G., Martell A.E. Stability constants of metal – ion complexes. *The chem. Soc.*, London, 1964, 250p.

## СОСТАВ И ДИНАМИКА ТВЕРДЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОТХОДОВ АГРОФИРМЫ «КРАСНАЯ ЗВЕЗДА»

*М.Д. Унадышева*

*В.П. Уханов, научный руководитель, канд. геогр. наук, доцент*

Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Объектом исследования являются твердые производственные отходы (ТПО) предприятия сельскохозяйственного промышленного кооператива (СПК) «Агрофирма Красная звезда». Цель исследования – анализ объемов, состава и путей утилизации ТПО этого предприятия.

Хозяйство образовано 19 декабря 1921 года и за эти годы претерпело много укрупнений, изменений и реорганизаций. Центральная усадьба находится в п. Семенково Вологодского района. Среднесписочная численность работников составляет 494 человек, в т.ч. занятых в с/х производстве 412 человек [1].

Кооператив является сельскохозяйственным предприятием, деятельность которого связана с животноводством (выращиванием свиней и крупного рогатого скота), производством мяса и молока, растениеводством. Доля отрасли свиноводства за 2013 год составляет 60,0%, доля молока 24,0% [1].

Поголовье крупного рогатого скота (КРС) в последние годы остается стабильным. Поголовье свиней составляет 23506 голов. Ежегодно идет постоянный планомерный рост поголовья свиней, увеличение составляет 6,3%. Основные показатели работы предприятия представлены в таблице [1].

Таблица

**Показатели работы СПК «Агрофирма Красная звезда»**

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	2011 год	2012 год	2013 год
1	Площадь пашни	га	4188	4188	4188
2	В том числе под зерновыми	га	2600	2600	2600
3	Валовый сбор зерновых в амбарном весе	т	6517,2	5187,9	4292,8
4	Урожайность зерновых	Ц/га	26,1	20	19
5	Заготовлено силоса	т	14801	23991	33917
6	Поголовье скота КРС-всего в т.ч. коров	голов	3040	3055	3248
		голов	1385	1474	1476
7	Поголовье свиней	голов	22434	21977	23506
8	Валовое производство молока	т	9529,9	10599	10800
9	Валовое производство мяса КРС	т	370,5	370	389,6
10	Валовое производство мяса свиней	т	3705	3714	3978

За 2013 год было получено 10799,9 тонны молока, 389,6 тонн мяса КРС, и 3978 тонн свинины. Идет постоянный прирост продукции за счет роста продуктивности животных. Рост производства продукции положительно отражается на количестве реализованной продукции. Реализовано молока в натуральном весе 7224 тонн, рентабельность продаж составила 16,5%, реализовано свинины в живой массе 3082 тонн, рентабельность продаж 38,1% [1].

Произведенная продукция реализуется на перерабатывающие предприятия Вологодской области - «Вологодский молкомбинат», Учебно-опытный завод им. Верещагина, «Вологодский мясокомбинат», «Сокольский мясокомбинат» и так далее [1].

В процессе деятельности агрофирмы образуются отходы. За период с 2011 по 2014 годы объемы ТПО на предприятии имеют тенденции к росту. В их структуре преобладают навоз от свиней свежий, навоз от КРС, отходы от механической очистки зерна, отходы убоя животных и птиц [2].

Анализ структуры отходов по классам опасности показывает, что на предприятии по объемам преобладают отходы третьего и четвертого классов опасности, и лишь незначительная доля отходов первого и второго классов (ртутные лампы, люминесцентные ртутьсодержащие трубки, отработанные в брак) [2].

Объектов длительного хранения отходов первого класса опасности СПК «Агрофирма Красная звезда» не имеет, кооператив осуществляет размещение отходов в целях временного хранения на своей территории, отходы размещаются и хранятся в закрытом помещении. Отходы первого класса (ртутные лампы) в полном объеме передаются для утилизации специализированной организации обществу с ограниченной ответственностью "Центр по выполнению работ и оказанию услуг природоохранного назначения". Свиной навоз и навоз

крупного рогатого скота используют как удобрение и продают различным организациям и частным лицам. Остальные отходы размещают на полигоне в п. Дубровское Семеновского с/п [2].

Также на предприятии утилизируются трупы животных. Утилизация происходит в специальной трупосжигательной печи, при работе которой происходит задымление расположенных вблизи населенных пунктов. Стационарный источник выброса вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, т.е. трупосжигательная печь, не учтен в «Проекте нормативов предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу» [2].

В качестве мероприятий по использованию и хранению ТПО можно предложить:

1. Оборудовать помещение для постоянного хранения отходов первого класса опасности.

2. Не допускать накопление чрезмерного объема отходов первого класса опасности и своевременно передавать их для утилизации специализированной организации.

3. Провести мероприятия по внесению изменений, дополнений в «Проект нормативов предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу» с учетом источника выброса вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух.

1. Тяпугин, Е.А. Технология производства свинины на предприятии СХПК «Агрофирма Красная Звезда» / Е. А. Тяпугин. – Вологда, 2004. – 102 с.

2. Об отходах производства и потребления [Электронный ресурс]: федер. закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ // КонсультантПлюс: справ.-правовая система / Компания «КонсультантПлюс».

## **ГРИБЫ В ПРИРОДЕ И ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА, РАЗВИТИЕ ГРИБНОГО ТУРИЗМА**

*А.А. Хамуляк*

*Я.А. Шапорова, научный руководитель, канд. биол. наук, доцент  
Белорусский государственный технологический университет  
г. Минск*

Грибы – одни из самых древнейших обитателей на Земле, они возникли 570 млн. лет назад. Как и все живое, грибы боролись за выживание, побеждали и терпели поражение, вступали в контакт с другими организмами, видоизменялись, приспособлялись к внешним условиям в процессе эволюционного развития.

На исходе Средневековья, когда начали бурно развиваться все естественные науки, возникли принципиально новые положения и в науке о грибах. Многие ученые старались классифицировать известные к тому времени виды. Однако отсутствие каких-либо известных способов их размножения не давали натуралистам того времени достаточно серьезных и убедительных оснований для отнесения грибов к одному из известных царств природы.

Решающим поворотом стало изобретение микроскопа голландцем Захарием Янсеном в 1590 году. С этого времени ученые не ограничивались описанием внешних признаков, ибо их взгляд мог проникнуть в тонкие ткани, во внутренние структуры, тем самым обнаруживая взаимосвязи нового уровня.

В 1969 г. Уиттлейкер на основании строения клетки, способов получения энергии и способов питания предложил систему живой природы из пяти царств: бактерии, растения, животные, грибы и протисты.

Грибы имеют важное значение для жизни человека и в целом экосистемы. Их влияние можно разделить на две большие группы – отрицательное и положительное.

Паразитические грибы вызывают различные заболевания сельскохозяйственных растений, что приводит к значительным потерям урожая. Гниение овощей, фруктов, зерна при хранении вызывается сапрофитными плесневыми грибами и приводит к гибели части урожая. Существенный вред приносят грибы, вызывающие различные гнили древесины (гниение древесины в лесах на корню и разрушающие деревянные постройки, шпалы и т.д.). Различные виды грибов способны вызывать микозы различной степени тяжести как у людей, так и грибами (стригущий лишай, парша, аспергиллез и т.д.).

Нельзя не отметить еще одно чрезвычайно важное воздействие грибов на человека. Заселяя органы растений, особенно во влажную погоду, грибы выделяют в них продукты жизнедеятельности, которые нередко оказываются токсичными для людей и сельскохозяйственных животных.

Многие несъедобные грибы вредят здоровью человека при случайном употреблении их в пищу. Наиболее опасны ядовитые шляпочные грибы – бледная поганка, мухомор, некоторые виды сыроежек, шампиньонов, которые могут вызвать смертельные отравления.

Заметную положительную роль играют микоризные грибы. Вступая с деревьями и кустарниками в симбиоз, они успешно снабжают своих симбионтов влагой с растворенными в ней азотистыми и минеральными веществами.

Почвенные грибы, в первую очередь плесневые, играют исключительную роль в процессах почвообразования. В грибах накапливаются органические вещества, которые после разрушения грибницы превращаются в перегной.

В пищевой промышленности грибы используются в процессе брожения. Специальные штаммы дрожжей, выделяющие много углекислоты, используются в хлебопекарнях для поднятия теста. Дрожжи также служат для произ-

водства лимонной кислоты. Некоторые знаменитые сорта сыра невозможно получить без пеницилла.

Грибы рода пеницилл используют для производства пенициллина, гризеофульвина и других антибиотиков.

Пищевое же значение грибов огромно. В настоящее время общее количество грибов, ежегодно потребляемое населением земного шара, составляет около 5 млн. тонн, из них в лесах собирается только 0,6 млн. тонн.

Исторически сложилось так, что сбором грибов занимались от «мало до велика». Это было своеобразное таинство. Сегодня сбор грибов из тихого семейного досуга превращается в модное направление туризма.

В последние годы многие страны стали реализовывать рекреационный потенциал грибных туров – это позволяет развивать не только экотуризм, но и сектор деревенских отелей, создавать новые рабочие места.

Грибной туризм – разновидность туризма, имеет целью посещения мест произрастания съедобных грибов, поиск, потребления и приобретение грибов непосредственно в грибном регионе.

Грибной туризм долгое время был составной частью других видов туризма, но с появлением отдельной грибной гастрономии, грибных квестов, заинтересованности люкс-туристов отдельными видами грибов, он постепенно выделяется в отдельный вид туризма.

Во многих странах мира есть опыт успешной реализации проектов грибного туризма. Страны-лидеры в грибном туризме: Финляндия, Черногория, Франция и Испания.

Разумеется, по меркам туристического бизнеса «грибной туризм» пока трудно назвать серьезным явлением. Однако этот вид экотуризма с каждым годом завоевывает интерес все большего числа людей.

Для успешной реализации программ по вовлечению грибной составляющей в экотуризм необходимо подготовка специалистов со знанием непосредственно самого видового состава грибов, организация и реклама микологических сообществ с участием грибников-любителей и специалистов, издание качественных атласов-определителей, рекламная работа по пропаганде уже традиционно проходящих мероприятий.

Сохранить, поддержать и способствовать развитию природных ресурсов и культурных традиций территории, на которой они находятся – цель, объединяющая с каждым днем все больше людей.

## ОСНОВНЫЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА СВЕТЛОГОРСКОГО РАЙОНА ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

*А.В. Шенец*

*Г.Л. Осипенко, научный руководитель*

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины  
г. Гомель, Республика Беларусь

В Светлогорском районе работают предприятия химической, целлюлозно-бумажной, строительных материалов, пищевой промышленности, теплоэлектростанция и др. Экологическая обстановка в Светлогорске отличается стабильностью. В городе мониторинг воздушного бассейна осуществляется на двух стационарных станциях службы гидрометра. В Светлогорском районе 150 промышленных предприятий, имеющих стационарные источники выбросов в атмосферу.

Материал и методы: работа выполнялась при прохождении геоэкологической учебно-производственной практики с использованием данных, предоставленных Светлогорской горрайинспекцией охраны окружающей среды и природных ресурсов.

Химическая промышленность Светлогорского района характеризуется рядом специфических особенностей, наиболее существенными из которых являются большие расходы сырья, а также многостадийность производства. Производство химической промышленности является энергоемким, требует значительных расходов воды, сопровождается выбросами загрязняющих веществ в атмосферу, поэтому требуется проведение значительных технических мероприятий, направленных на предотвращение загрязнения окружающей среды. Защита окружающей является важнейшей социально-экономической задачей.

Экологический ущерб от загрязнений окружающей среды проявляется в росте заболеваемости населения, ускорении износа и порче основных фондов, падении продуктивности земельных, водных и лесных ресурсов. Снижение загрязнения окружающей среды достигается путем разработки и внедрения различных методов, направленных на охрану окружающей среды (совокупность технических, организационных мероприятий, позволяющих свести к минимуму выбросы в биосферу загрязнений). Большой вклад в загрязнение окружающей среды вносит вискозное производство. В воздушную среду поступает большое количество вредных веществ [1].

Охрана окружающей среды от загрязнений – не только важнейшая социальная задача, но и серьезный фактор повышения эффективности производства.

Создание новых технологических процессов и реконструкция действующих процессов возможны только с использованием принципиально новых технологических систем, исключающих вредные выбросы в окружающую среду.

1 Проект нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух ОАО «СветлогорскХимволокно» на период 2011-2015 г. Отдел охраны природы ОАО «СветлогорскХимволокно» /редкол.: Е.П Власенко [и др.]. – Светлогорск, 2012. – 79 с.

## **ВЫБОР КОНСТРУКЦИИ И УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ ОЧИСТКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД**

*М.В. Шулятьева*

*С.М. Чудновский, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Целью работы является: разработка новой конструкции установки для комплексной очистки подземных вод, а также снижение затрат и повышение надежности систем очистки подземных вод от вредных ингредиентов.

Важнейшей проблемой в настоящее время является проблема качества питьевой воды. Так как человек состоит почти на 75 % из воды [1], то, следовательно, его здоровье зависит от качества воды, которую он потребляет.

С 1 января 2013 года в силу вступил Федеральный закон "О водоснабжении и водоотведении". В тексте данного закона изложена государственная политика в сфере водоснабжения и водоотведения.

Но требования закона, которые относятся к качеству питьевой воды, добываемой из подземных источников, в большинстве случаев не выполняются. Для очистки воды используются дорогостоящие, громоздкие технологии, которые удаляют из воды не только вредные ингредиенты, но и те, которые необходимы для здоровья человека [2].

К наиболее часто встречающимся ингредиентам, которые содержатся в подземных водах, можно отнести алюминий, барий, фтор, бор, железо, сероводород и другие.

В ВоГУ проводились исследования по очистке подземных вод от железа, фтора и бора, и имеются патенты на изобретения.

Исследования также проводились по очистке подземных вод от алюминия и бария, но они не доработаны.

В процессе исследований мы пришли к выводу, что технологии, которые разработаны, имеют одно направление, а в природных водах содержится обычно не один ингредиент, а сочетание целого ряда вредных ингредиентов, то имеет смысл разработать комплексную технологию удаления из подземных вод вредных ингредиентов. Технология основана на использовании явления электрофореза и специфических свойств большинства вредных ингредиентов, способных направленно передвигаться в воде под влиянием внешнего постоянного электрического поля, то есть в воде они обладают определенной подвижностью.

В настоящий момент проводятся исследования по удалению из воды не одного ингредиента, а ряда ингредиентов. В частности, бора и сероводорода. Была сконструирована и смонтирована полупроизводственная установка, на которой проводятся опыты. Для этого за основу мы приняли установку для очистки природных вод от ионов бора, на которую имеется патент на изобретение. Схема полупроизводственной установки приведена на рисунке.

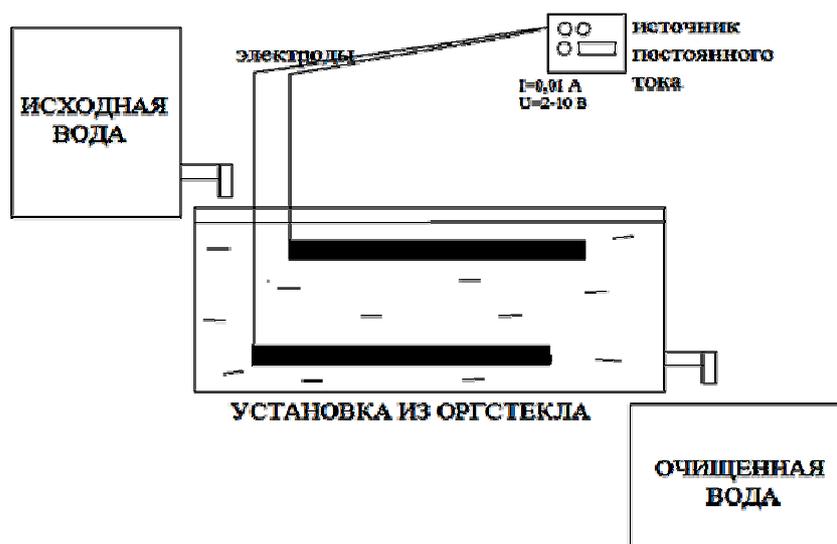


Рис. Схема полупроизводственной установки

При выполнении исследований на данной установке было замечено, что в процессе воздействия постоянного электрического поля выделяются маленькие пузырьки газа (преимущественно кислорода), которые двигаются направленно вверх. Эти пузырьки создают условия для того, чтобы попутно удалялись из воды некоторые вредные элементы, например сероводород.

Были проведены примерные расчёты экономической эффективности возможного использования предлагаемых установок на скважинах и сравнение стоимости очистки с использованием, например, традиционной станции опреснения воды, которые показывают:

1. Стоимость традиционной станции опреснения при производительности до 200 м<sup>3</sup> в сутки может составить от 4 до 8 миллионов рублей, при себестоимости 1 м<sup>3</sup> воды не менее 40 рублей.

2. Стоимость предлагаемой установки такой же производительности при серийном изготовлении оценочно находится в пределах от 50 тыс. до 100 тыс. рублей при себестоимости 1 м<sup>3</sup> воды в пределах от 0,5 до 3 рублей.

Такая низкая себестоимость объясняется тем, что очистка воды от перечисленных вредных ингредиентов может производиться без использования реагентов в автоматическом режиме, а затраты электроэнергии малы.

Исследования продолжаются для отработки и подбора наиболее выгодных режимов комплексной очистки воды. Планируется заявка на изобретение. Для выбора наиболее выгодного режима очистки нам необходимо составить алгоритмы очистки воды от каждого из ингредиентов.

1. Вода в организме человека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://zenslim.ru/content/вода-в-организме-человека>;

2. Материалы Второго молодежного экологического форума, г. Кемерово, 10 – 12 июня 2014 г. / под ред. Т. В. Галаниной, М.И. Баумгартена. – Кемерово, КузГТУ, 2014. – 376 с.

## РЕКРЕАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ В БАССЕЙНЕ Р. АМУР

*С.В. Юн, О.И. Буянова*

*Л.Т. Крупская, научный руководитель, д-р биол. наук, профессор*

Тихоокеанский государственный университет

Дальневосточный НИИ лесного хозяйства

г. Хабаровск

Освоение минерального сырья негативно сказывается на состоянии компонентов биосферы, что связано с выбросами загрязнителей в атмосферу, сбросами в водные объекты, накоплением вредных отходов. Отвод территорий под разработку полезных ископаемых, высокий уровень загрязнения окружающей среды, неблагоприятная экологическая ситуация способствуют не только возникновению экологически обусловленных заболеваний, но и снижению рекреационного благополучия территорий. Особое значение в последние годы приобретают исследования, направленные на решение социально-экологических проблем в Дальневосточном федеральном округе (ДФО). Поэтому перед нау-

кой в ДФО и Хабаровском крае, в частности, встала задача поиска наиболее рациональных вариантов реанимации новых техногенных ландшафтов, выявления еще слабо используемого их рекреационного потенциала, изучения возможностей создания зоны отдыха на нарушенных горными работами землях. На горных предприятиях в ДФО такая проблема практически даже не ставилась, что определяет и подтверждает актуальность исследований. В связи с этим цель исследований состояла в оценке рекреационно-экологического потенциала горнопромышленных территорий бывшего Кербинского прииска, а также сопредельных территорий в бассейне р. Амур для определения возможных путей решения социально-экологических проблем. Исходя из цели, были определены задачи, направленные на оценку уровня техногенного загрязнения компонентов природной среды, разработку предложений по улучшению экологической ситуации в зоне влияния золотодобычи, в том числе возможной рекреационной организации территории, как горнопромышленного освоения, так и прилегающей. Исследования проведены в течение 2007-2014 гг. на территории бывшего Кербинского прииска Хабаровского края, расположенного в бассейне реки Амур, где освоение началось с конца XIX века. Объектом исследований выбраны дражные полигоны, вскрышные отвалы. Контролем служили естественные биогеоценозы, характерные для региона. Научная новизна заключается в том, что впервые сделана попытка рекреационной оценки малопривлекательной в традиционном понимании территории горнопромышленного освоения. Личный вклад состоит в сборе, обработке и анализе полевых материалов, обобщении и интерпретации полученных результатов, разработке предложений и подготовке презентации доклада. На основе оценки уровня техногенного загрязнения компонентов природной среды в зоне влияния золотодобычи, изучения климато-рекреационного ее потенциала, а также исследования наиболее существенных социальных проблем разработаны принципы и классификация степени техногенного нарушения экосистем, выделены зоны техногенного влияния на объекты окружающей среды и выполнено эколого-рекреационное районирование территории исследования. Предложен ряд новых форм рекреации на основе своеобразных уникальных сочетаний природно-климатических условий, отражающих современные тенденции изменения рекреационного спроса на возможности отдыха в горняцком поселке Хабаровского края. Установлено, что изучаемая территория обладает благоприятными условиями для организации разнообразных видов и форм отдыха (рекреационный, экологический, социальный туризм). Поэтому в создаваемой рекреационной зоне целесообразно проведение следующих мероприятий: информационно-рекламных, формирование нового рельефа путем рекультивации природной среды, архитектурно-планировочных работ и организация противопожарной безопасности. Предлагается наряду с традиционной качественно новая форма

организации отдыха в окрестностях горнодобывающих предприятий, а именно - создание рекреационных ландшафтов и организация познавательных экскурсий к местам золотодобычи. Следует обратить внимание рекреантов на карьеры, дражные полигоны как отражение эпохи промышленной революции. Необходимо создать службу по сохранению индустриального прошлого на память грядущим поколениям в горнопромышленных районах. Рекомендованы маршруты ознакомительно-познавательной рекреации. В этой связи целесообразно в районе исследования развитие промышленного туризма. Туризм с добычей золота может заинтересовать людей. На сегодняшний день, - это перспективный способ использования отработанных полигонов. Привлечь внимание россиян и иностранцев можно организацией туров в дикие места, где есть возможность почувствовать себя первооткрывателем, самостоятельно добыть золото. По нашему мнению, приток туристов в отдаленные от краевого центра (г. Хабаровска) горняцкие поселки обеспечит жителей новыми рабочими местами на предприятиях сервиса и туризма, следовательно, повысится уровень доходов и их благосостояния.

Таким образом, в исследуемом районе имеются все возможности для организации рекреационной зоны и создания промышленного туризма, а именно: богатое историческое прошлое золотодобычи, начиная с конца XIX века, уникальные природные условия, свободные трудовые ресурсы и инфраструктура. Разработанные маршруты позволят получить эстетико-эмоционального восприятие от лесных, горных ландшафтов, горных рек, а также от горнопромышленных территорий.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ARCVIEW В РЕГИОНАЛЬНЫХ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

*К.С. Агапова*

*С.Н. Артемова, научный руководитель, канд. геогр. наук, доцент*  
Пензенский государственный университет  
г. Пенза

Современные географические исследования проводятся с использованием геоинформационных технологий. ГИС успешно помогает и облегчает проведение ландшафтного анализа, исследование оползневых процессов и наводнений, почвенной эрозии и обезлесения, разработку схем территориального планирования и многие другие исследования на основе обработки пространственной информации. Наиболее значимые и актуальные направления географических исследований связаны с решением глобальной проблемы гармонизации взаимоотношений в системе «человек – природа». На региональном уровне особое внимание уделяется проблемам изменения геосистем, геоэкологической оценки территории для целей регионального развития, функционального зонирования и ландшафтного планирования.

Геоэкологические исследования на территории Пензенской области проводятся с целью стабилизации экологической обстановки. В рамках программы устойчивого развития Пензенской области ведется создание электронной базы данных о состоянии природно-хозяйственных систем. Центральным звеном привязки пространственной информации является общегеографическая электронная ландшафтная карта Пензенской области, созданная ранее группой ученых под руководством доктора географических наук Ямашкина А.А. База данных включает следующие информационные блоки: природа, население, хозяйство. Информация хранится в текстовом, табличном и картографическом виде. Исходными данными являются - космофотоснимки, фондовые материалы по геологическому строению Пензенской области, архивные материалы, литературные и картографические источники, результаты полевых исследований на ключевых участках. Электронная база данных позволит провести функциональное зонирование и обосновать выделение зон экологического равновесия, т.е. обосновать экологический каркас региона.

Цель данного исследования заключается в разработке методических подходов использования системы ArcView при картографировании природного каркаса региона, который лежит в основе экологического каркаса. Для этого были изучены возможности данного программного продукта (версии 3.2 и 9.1) и разработан алгоритм электронного картографирования природного каркаса территории Пензенской области.

Алгоритм электронного картографирования природного каркаса показан на примере участка на юго-западе Пензенской области площадью чуть более тысячи гектаров. На первом этапе картографирования была проделана процедура перевода растрового изображения топографической карты масштаба 1:10 000 в векторное. При этом были созданы векторные слои горизонталей, водных объектов, растительности. На втором этапе была создана модель восстановленных геотопов. При этом использовалась методика морфодинамического анализа (по Ласточкину), суть которой заключается в выделении областей с одинаковыми условиями тепло- и влагообеспеченности на векторном слое горизонталей. Затем проведена классификация выделенных геотопов по сходным условиям положения на формах мезорельефа (рис.).



Рис. Фрагмент электронной карты природного каркаса территории Пензенской области

Всего нами выделено 28 типов геотопов со сходными условиями тепло- и влагообеспеченности. Включение и выключение слоев позволяет провести анализ природных процессов на водораздельной поверхности, на склоне водораздела и в речной долине. Третий этап заключается в характеристике природы выделенных типов геотопов. Все данные заносятся в атрибутивную таблицу, которая имеет привязку к векторным слоям карты. Таким образом мы разрабатываем векторную базу данных, характеризующую природный каркас территории, который лежит в основе экологического каркаса. Для устойчивого природопользования Пензенской области необходимы крупномасштабные исследования организации ландшафтов в пространстве и во времени с использованием современных ГИС-технологий.

1. Геоинформатика: в 2 кн. Кн. 2: учебник для студ. высш. учеб. заведений/ Под ред. В.С. Тикунова. – Москва : Академия, 2008. – 384 с.
2. Ласточкин А.Н. Морфодинамический анализ. – Ленинград : Недра, 1987. – 256 с.

## ГЕОГРАФИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КИНОТУРИЗМА В РОССИИ

*Р. С. Баженов*

*Т. П. Черепанова, научный руководитель*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

В индустрии мирового туризма растет поток посещения мест, связанных с местами съёмок известных фильмов. Сочетание этих явлений послужило началом для формирования новой разновидности тематического туризма - кинотуризма, который обеспечивает формирование новых и перспективы в развитии существующих туристских дестинаций. В России и в Вологодской области это направление туризма развито слабо, но является, без сомнения, одним из перспективных. Этот вид туризма позволит увеличить посещаемость области, улучшить экономическое положение и повысить культурное значение регионов.

Цель работы: выполнить географический анализ кинотуризма и изучить перспективы его развития в России и в Вологодской области. Задачи:

- произвести географический анализ мирового кинотуризма;
- изучить географию съёмок самых популярных фильмов, снятых в России, и перспективы развития кинотуризма в нашей стране;
- проанализировать возможности развития кинотуризма в Вологодской области и разработать маршруты по местам съёмок некоторых фильмов.

Кинотуризм - это разновидность туризма, целью которого является посещение местности, связанной с теле- и киноиндустрией. Его можно отнести к разновидности тематического туризма (наряду с агротуризмом, спелеотуризмом, фототуризмом и другими). Этот вид туризма предусматривает повышенный интерес к конкретному явлению, преобладающему над остальными туристскими мотивами [1].

За рубежом кинотуризм давно приносит большую прибыль. Самые популярные для посещения - страны Европы, Новая Зеландия, США, Тунис, Иордания, Китай, Камбоджа и другие [2]. Нами изучена география съёмок 100 самых популярных российских и советских фильмов. Больше всего фильмов снято в Центральном и Северо-Западном федеральных округах. Здесь работали самые известные киностудии - «Мосфильм», «Ленфильм», «им. М. Горького» и «им. Довженко». Территория этих округов характеризуется ландшафтным

разнообразием, отличается хорошей транспортной доступностью и множеством историко-культурных достопримечательностей.

По количеству снятых фильмов (но не по популярности) немного уступает Центральному и Северо-Западному Крымский федеральный округ. Это часть европейской России в миниатюре. Крым как дестинацию чаще остальных используют в качестве мест съемок. Несколько меньше фильмов снято в Южном федеральном округе. На территории остальных федеральных округов, наиболее удаленных от центра, – Северо-Кавказском, Приволжском, Уральском, Сибирском и Дальневосточном, съемки были единичны.

Большая часть фильмов снимается в крупных городах и центрах. В Северо-Западном федеральном округе по собранным нами данным снято около 30 фильмов, из них 18 - в Санкт-Петербурге. По 2-5 фильмов снято в Калининграде, Выборге и Пскове, по 1 фильму - в Кандалакше, Рускеале, Медвежьегорске, Белозерске (Белозерском районе).

В целом, наибольшие возможности для развития кинотуризма имеют Центральный, Северо-Западный и Крымский федеральные округа. В Крымском ФО лучше других развит как организованный, так и самодеятельный (альтернативный) кинотуризм.

По форме организации преобладает самодеятельный или альтернативный кинотуризм. Много таких маршрутов предлагается на сайтах областей и по Санкт-Петербургу. Самостоятельно можно посетить места съемок фильмов «Собачье сердце», «Невероятные приключения итальянцев в России», «Ирония судьбы или с легким паром», «Осенний марафон» и другие. Организованных кинотуров мало. Среди них - трехдневный тур «А зори здесь тихие» в Карелию в г. Сортавала предлагает вологодская турфирма «Палитра-тур». Однодневную экскурсию проводят в г. Белозерске и Белозерском районе Вологодской области по местам съемок фильма «Калина красная».

Главным фактором низкого уровня развития кинотуризма в России является отсутствие в перечне отечественной кинопродукции так называемых фильмов-блок-бастеров и популярных серийных фильмов, которые были бы посвящены одному герою и вызывали тем самым интерес к определенной территории. Факторами, повышающими интерес к кинотуризму, являются: слабое влияние кризисов на развитие киноиндустрии и индустрии туризма, долгосрочная прибыль, усиление привлекательности дестинации, влияние на экономику отдельных брендов и регионов, минимальные затраты на рекламу, самодеятельная организация.

В ходе работы над темой планируется изучить возможности развития кинотуризма в Вологодской области, в стадии разработки - несколько кинотуров.

1. Кляп М. П. Современные разновидности туризма / М. П. Кляп. – Москва, 2011. – 334 с.

2. Кинотуризм — смотри, мечтай, путешествуй, делись [Электронный ресурс]. – / Kinoturizm.ru (Кинотуризм.рф), 2012–2013. - Режим доступа: <http://www.kinoturizm.ru> (свободный).

## ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДЕТСКО-ЮНОШЕСКОГО СПОРТИВНОГО ТУРИЗМА ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

*Д.В.Баскова*

*О.В.Тимова*, научный руководитель, канд. геогр. наук  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

В настоящее время детско-юношеский спортивный туризм очень популярен. Он развивает такие качества, как организованность, ответственность, смелость, честность, благоприятно влияет на физическое развитие личности. Туристская деятельность создает положительное настроение и вызывает позитивные эмоции, формирует уважительное отношение к народным традициям, культуре, историческому прошлому. Сегодня спортивный туризм является очень востребованным видом спорта, в который вовлекаются люди разного возраста и социального статуса.

Данное направление работы является очень актуальным, так как в нашем регионе подобные исследования ранее не проводились. Анализ имеющихся данных позволит оценить современное состояние детско-юношеского спортивного туризма в Вологодской области, а также спрогнозировать его развитие, предложить некоторые перспективные варианты развития.

**Целью** работы является территориальный анализ детско-юношеского спортивного туризма по материалам АОУ ДОД ВО «Регионального центра дополнительного образования детей». Для достижения целей поставлены следующие **задачи**:

- изучить теоретические основы спортивного туризма;
- выявить особенности детско-юношеского спортивного туризма;
- изучить систему организаций, специализирующихся на спортивном туризме;
- проанализировать направления развития детско-юношеского спортивного туризма в Вологодской области;
- предложить новые маршруты спортивных походов для реализации их на базе АОУ ДОД ВО «Региональный центр дополнительного образования детей».

Детско-юношеский туризм – важный способ передачи новому поколению накопленного человечеством жизненного опыта и материально-культурного

наследия, формирования ценностных ориентаций, нравственного оздоровления и культурного развития нации, один из путей социализации личности.

Главное учреждение по спортивному туризму в Вологодской области – Областной центр детско-юношеского туризма, в апреле 2013 года реорганизованный в Региональный центр дополнительного образования детей. Сейчас на базе центра функционирует 5 отделов: туризма и социальной работы, физкультурно-спортивной работы, краеведения, экологии и музейной работы, информационно-аналитический и программно-методический. Предметом деятельности центра является предоставление дополнительного образования детям на территории Вологодской области. Основные цели деятельности центра: предоставление услуг в сфере дополнительного образования детей, осуществление научно-методического руководства, координации образовательной и воспитательной деятельности образовательных организаций дополнительного образования детей Вологодской области в реализации туристско-краеведческой, естественнонаучной, физкультурно-спортивной, экскурсионной и т.п. работы в Вологодской области.

За время работы данного учреждения накоплен большой объем фондовых материалов и архивов, в число которых входят отчеты по спортивным походам, статистика спортивных соревнований разных видов. Всего было обработано 160 отчетов по спортивным походам за период с 1973 по 2010 годы. На основании изученных фондовых материалов Регионального центра составлена сводная таблица по спортивным походам, включающая в себя наименование, вид и категорию похода, а также основные сведения о группах туристов (количество, возраст, руководитель и т.д.). Преобладающими районами путешествий являются Вологодская область и Кольский полуостров (Хибины), а также Карелия и Полярный Урал. Наиболее популярными являются пешеходные, водные и лыжные походы. Распространены походы второй категории сложности, так как они наиболее доступны для детей.

В ходе обработки данных были построены две карты, изучение которых позволяет оценить соотношение количества реализуемых программ по спортивному туризму в каждом районе области и с реальной активностью этих районов при участии в соревнованиях по данному виду спорта. Анализ карт показал, что в 22 районах области реализуется 120 программ по спортивному туризму. Абсолютным лидером по данному показателю является Вытегорский район (32 программы), а также Вологодский и Шекснинский районы. Главной причиной выделения этих районов является наличие специализированных учреждений – центров туризма и квалифицированных кадров. По количеству участия в соревнованиях лидерами в области являются Вологодский, Шекснинский, Сокольский и Харовский районы. Они за 2013-14 учебный год приняли участие более чем в 15 соревнованиях областного уровня. Все команды из районов, наиболее удаленных от центра области, посетили не более 5 соревнований. Карто-

графический анализ помог определить и основные проблемы в развитии спортивного туризма в нашем регионе: удаленность от места проведения соревнований, отсутствие финансирования и квалифицированных кадров.

В перспективе исследования будут спроектированы и разработаны новые маршруты с целью их реализации на базе Регионального центра дополнительного образования детей. Данные маршруты будут охватывать преимущественно те регионы, в которых прежде подобных походов не зарегистрировано.

## **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТУРИСТИЧЕСКИХ ПОТОКОВ В НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК «ПААНАЯРВИ»**

*А.А. Гладова*

*Е.А. Скупинова, научный руководитель, канд. геогр. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Национальный парк «Паанаярви» создан 20.05.1992 в целях сохранения уникальных природных комплексов озера Паанаярви и бассейна реки Оланги. Парк расположен в северо-западной части Республики Карелия, на территории Лоухского района. Общая площадь парка – 104 473 га. Достопримечательности парка привлекают местное население, россиян из других регионов страны, жителей ближнего и дальнего зарубежья. Развитая сеть летних и зимних туристических маршрутов парка удовлетворяет потребности каждого путешественника. Ежегодный регулируемый поток туристов в парк составляет более пяти тысяч человек.

Целью исследования является прогнозирование туристического потока в НП «Паанаярви». Задача исследования – на основе методики, разработанной российской консалтинговой компанией ФОК (Финансовый и организационный консалтинг) с помощью методов сравнительного анализа, экстраполяции и сегментации рассчитать возможный туристический поток. Практическая значимость работы заключается в том, что на основе полученных результатов можно разработать комплекс мероприятий по обеспечению устойчивого функционирования и развития туризма в условиях нарастающего туристического потока.

Методика оценки предполагает сравнение объекта исследования с объектами-аналогами, имеющими однотипные ключевые факторы для развития туризма. В качестве туристического региона-ориентира для НП «Паанаярви» нами избрана Камчатка, исследование которой выполнено [1], благодаря чему имеется комплекс экспертных оценок, позволяющих произвести аналогичные расчеты и для НП «Паанаярви». Возможность сравнения НП Камчатки и «Паанаярви» определяется расположением их на высоких морфометриче-

ских уровнях в приокеанических секторах Евразии, что дает основание для сравнения рельефа и климата. Различия же в степени удаленности и доступности регионов от основных финансово-экономических и политических центров страны оттеняют специфику территорий и позволяют внести коррективы в оценку перспективных турпотоков. Ключевыми факторами для развития туризма на этих территориях являются: климатические особенности, рельеф, доступность, масштаб туристической территории и природное разнообразие.

В статье М.А.Фурщика приведены балльные значения оценок для Камчатки. Для использования «камчатских» баллов для расчета потока в НП «Паанаярви» необходимо получить сопоставимые экспертные оценки. Основываясь на оценке рельефа России, предложенной В. И. Кружалиным, и оценке климатических ресурсов России [2] были выявлены показатели для обоих регионов. Созданы таблицы, заключающие в себе сравнение двух территорий по показателям, которые в той или иной степени оказывают влияние на развитие туризма. В таблицы наряду с колонками сравниваемых регионов введены столбцы, содержащие определение положительного или отрицательного влияния на туризм каждого признака (свойства) территории. Сопоставление полученных баллов и сравнение их с оценкой ФОК для Камчатки позволило дать экспертную балльную оценку и парку «Паанаярви».

Оценка доступности и интереса к Камчатке и Карелии включает: оценку расстояния до территорий массового проживания потенциальных туристов, транспортное сообщение, площадь туристической территории, количество, протяженность и плотность туристических маршрутов и объектов показа на них, а также специфические черты природы ООПТ.

Большая часть населения России проживает в её европейской части, в связи с этим массовый поток туристов, скорее всего, будет направлен именно на Карелию, нежели на Камчатку, так как немаловажную роль будут играть как расстояние, так и объем необходимых денежных средств. Близость крупных центров, таких как Санкт-Петербург и Москва, также способствует росту потока туристов в Карелию. Поэтому несмотря на то, что обе территории имеют высокую аттрактивность, дешевле добираться до Карелии, где более высок и сформировавшийся уровень обслуживания, тогда как для Камчатки, по оценке специалистов, пока характерны и дороговизна, и слабое развитие туристской инфраструктуры, и низкий уровень обслуживания.

На основе всех проведенных анализов и оценок была сформирована итоговая таблица, в которой каждому рассматриваемому региону по определенному показателю выставлен соответствующий балл. Подставляя данные в формулу для расчета туристического потока, получена система линейных уравнений, решение которой позволило рассчитать прогнозный поток туристов. Уточнение и корректировка полученного результата осуществляются методами экстраполяции и сегментации, которые позволяют оценить поток тури-

стов на длительную перспективу и учесть качественную неоднородность турпотока как по целям пребывания, так и по уровню их дохода.

Вычисление итогового значения прогнозируемого туристического потока проводится с помощью консолидированного прогноза, который позволяет сформулировать реальные задачи для формирования маркетинговых планов для регионов.

1. Фурщик М.А. Прогнозирование туристических потоков / М.А. Фурщик // Маркетинг услуг. – 2010. – № 1 (21)[Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL:<http://www.foconsult.ru/smi/i118-statya-prognozirovanie-turisticheskikh-potokov.html> (дата обращения: 28.03.2015).

2. Кружалин В.И. Экологическая геоморфология суши /В.И. Кружалин //– Москва : Научный мир, 2001. – 176 с.

3. Энциклопедия климатических ресурсов Российской Федерации / под ред. Н.В. Кобышевой, К.Ш. Хайруллина. – Санкт-Петербург : Гидрометеиздат, 2005. – 230 с.

## ОЦЕНКА ПЕЙЗАЖНОЙ ВЫРАЗИТЕЛЬНОСТИ ЛЕОНОВО-ЧУРОВСКИХ ГРЯД

*В.А. Ермолаева*

*О.В. Титова, научный руководитель, канд. геогр. наук*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

В настоящее время при нарастающем процессе урбанизации все меньше становится естественных природных ландшафтов. Как следствие повышаются потребности населения в рекреации. Одной из аттрактивных составляющих отдыха является восприятие девственных или частично преобразованных ландшафтов. Для того чтобы понять, какие ландшафты являются наиболее ценными с эстетической точки зрения, актуально проводить оценку пейзажной выразительности той или иной территории и включения эстетически выразительных участков в туристские маршруты. Под пейзажной выразительностью понимают интенсивность положительных эмоций, оказывающих благоприятное воздействие на самочувствие туристов под воздействием природной среды. Обычно пейзажную выразительность оценивают с помощью балльных методик.

В качестве объекта исследования нами были выбраны Леоново-Чуровские гряды (Шекснинский район), через которые следует соединяющая Вологду и Череповец трасса «Москва - Новая Ладога». В районе пересечения трассой гряд перепады высот и природное окружение определяют высокую пейзажную

выразительность, а транспортная доступность способствует увеличению возможностей туристского использования.

Целью работы является оценка пейзажной выразительности Леоново-Чуровских гряд с использованием нескольких методик. Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- рассмотреть теорию по оценке пейзажной выразительности;
- составить физико-географическую характеристику Леоново-Чуровских гряд;
- оценить пейзажную выразительность Леоново-Чуровских гряд по трем методикам;
- провести анализ и сравнить полученные результаты оценки пейзажной выразительности по трем методикам;
- проанализировать значение оценки пейзажной выразительности для организации туризма и рекреации.

Научная новизна работы заключается в том, что впервые произведена оценка пейзажной выразительности данной территории и выявлены возможности и формы включения наиболее привлекательных ключевых участков в туристскую деятельность. Нами произведено обследование 20 точек в пределах Леоново-Чуровских гряд, для которых была произведена оценка пейзажной выразительности по трем методикам: К. И. Эрингис, А.Р. Бурдюнас; Н.В. Бучацкая, Б.И. Кочуров; Н.Ф. Вдовин.

Приведем в качестве примера результаты оценки по Бучацкой и Кочурову [1]. По методике данных авторов пейзажная выразительность складывается из экспертной оценки пейзажных признаков, которые объединены в четыре категории. К первой категории относятся те признаки, которые характеризуют визуальное восприятие ландшафтов. Оценке подлежали четыре наиболее значимых на взгляд авторов шкалы признака: наличие доминанты, многоплановость, красочность, натуральность. Вторая категория - это оценка показателей структурных особенностей ландшафтов: выразительность рельефа, обилие водных поверхностей, пространственное разнообразие растительности, наличие природоохранных и уникальных объектов. Именно эта категория характеризует эстетичность пейзажей. В третьей категории оцениваются антропогенные изменения ландшафтов и наличие акцентов историко-архитектурного и эстетического значения. Четвертая категория – это пригодность территории для рекреации. Все показатели оцениваются от 0 до 3 баллов по двух-, трех- или четырехступенчатым шкалам.

С использованием данной методики мы получили следующие результаты. Две точки из 20 (№ 5 и 9) набрали наибольшее количество баллов - по 20. Для этих точек характерно оптимальное сочетание луговой и древесной растительности, а также наличие водных объектов, что повышает эстетическую ценность ландшафта. Сочетание различных компонентов ландшафта создает пей-

важное многообразие. Три точки (№ 6, 13 и 10) набрали наименьшее количество баллов (соответственно, 13, 13 и 10 баллов).

В заключение исследования нами проведена градация уровней пейзажной ценности. Точки, набравшие меньше 14 баллов, имеют «низкий» уровень пейзажной ценности, от 14-16 – «средний», больше 16 баллов – «высокий» уровень. В результате нами были выявлены 3 точки (15%), обладающие **низким** уровнем пейзажной ценности, 12 точек (60%) – **средним** и 5 точек (25%) – **высоким** уровнем пейзажной ценности.

В целом исследование показало, что ключевые участки Леоново-Чуровских гряд являются прекрасными видовыми точками, с которых открываются панорамные пейзажные картины.

Практическое значение оценки пейзажной выразительности заключается в том, что её результаты позволяют судить о возможности включения данных территорий в различные виды туризма. Так как большая часть исследуемых точек на ключевом участке обладает **высоким и средним** уровнем ценности, именно на них целесообразно развитие различных видов рекреации, а также экологического и историко-культурного туризма.

В продолжение исследования планируется выявить возможности включения наиболее привлекательных видовых точек Леоново-Чуровских гряд в уже существующие туристские маршруты.

1. Кочуров Б.И., Бучацкая Н.В. Оценка эстетического потенциала ландшафтов // Юг России: экология, развитие. – 2007. – №4. – С. 25-34.

## К ПРОБЛЕМЕ ДИВЕРСИФИКАЦИИ УСЛУГ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОСТИНИЧНОГО СЕРВИСА

*Я.В. Каспшек*

*Н.В. Савина, научный руководитель, канд. ист. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Индустрия социально-культурного сервиса и туризма в последнее время претерпевает значительные изменения. Рынок туристских услуг все больше зависит от спроса и потребителя. Поэтому руководителям предприятий социально-культурного сервиса и туризма необходимо разрабатывать свою стратегию повышения качества обслуживания на туристских предприятиях, в т. ч. в гостиницах, искать пути повышения их привлекательности для сохранения постоянных клиентов и привлечения новых.

На современном этапе развития туризма все большее внимание уделяется вопросам развлечения туристов. Часто сами туры становятся развлекательными, а правильно построенная и грамотно организованная аттрактивная составляющая тура является решающим аргументом в конкурентной борьбе за туриста.

В данной работе рассматривается анимационная деятельность на предприятиях размещения, как одно из средств привлечения туристов в регион. Анализ средств размещения города Вологды показывает их стремление соответствовать уровню европейских гостиниц, предоставляя не только услуги по размещению гостей, но и услуги отдыха и рекреации. Однако анимационные программы среди культурно-досуговых услуг имеются не на всех предприятиях размещения.

Учитывая, что анимация в гостиницах является активным продвижением туристского продукта, а наличие анимационной службы при отеле говорит о его статусе, одним из вариантов, обеспечивающих поднятие уровня обслуживания гостиниц г. Вологды является наличие в своей структуре службы анимации.

В последние годы в туризме заметно усилился интерес к традиционной народной культуре. Это связано с осознанием ее индивидуальности и самобытности. В условиях глобализации очень важно сохранение народной культуры и недопущение ее слияния с другими существующими. В условиях Вологодской области анимационные программы, основой которых служат народные праздники и традиции, являются наиболее привлекательными для туристов. Примером может служить анимационная программа «В гости к Коляде», которая посвящена народному празднику Святки.

«В гости к Коляде» является программой вечерней развлекательно-познавательной и интерактивной. Она включает в себя: ознакомление с обрядом празднования, концертную программу с элементами театрализации, игры, конкурсы, чаепитие и др. Главными героями являются: Коляда – хозяйка мероприятия, славяльщики – помощники Коляды, наряженные в костюмы животных, символизирующих в колядовании благополучие и процветание.

В начале мероприятия Коляда приветствует участников. Она рассказывает о празднике Святки и предлагает присутствующим поучаствовать в играх и забавах, связанных с этим праздником, например, в игре *"Пирог"*, *игре с веревочкой и других*. Все конкурсы проходят под музыкальное сопровождение. Игры Коляде помогают проводить славяльщики. Конкурсы чередуются с их выступлениями – песнями и танцами. Анимационная программа также предполагает разучивание песни–колядки и ее совместное исполнение с участниками. В рамках программы предполагается чаепитие и угощение участников. В заключении программы наиболее активные участники награждаются памятными подарками.

Таким образом, в Вологодской области проблеме развития внутреннего и въездного туризма уделяется достаточно большое внимание, в частности - раз-

витию туристской инфраструктуры, одним из элементов которой являются гостиницы. Ориентация на развитие перспективных направлений гостиничной деятельности, повышение качества предоставляемых услуг, расширение спектра услуг помогут привлечь туристов в регион. Одним из вариантов привлечения туристов и может стать анимационное обслуживание, включающее элементы традиционной северно-русской культуры.

## **ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННЫЙ КЛАСТЕР «ГОГОЛЕВСКИЕ МЕСТА ПОЛТАВЩИНЫ»**

*Т.А. Онупко*

*С.С. Николенко, научный руководитель, д-р экон. наук, профессор  
Полтавский университет экономики и торговли  
г. Полтава*

Полтавская область Украины имеет удивительные туристические возможности. Один из самых живописных регионов Украины одновременно является уникальной сокровищницей национальной духовности и культуры. В связи с подготовкой к празднованию в 2009 году 200-летия со дня рождения Н.В. Гоголя Полтавским областным союзом краеведов и Полтавской областной государственной администрацией был инициирован проект по созданию туристско-рекреационного кластера «Гоголевские места Полтавщины», направленный на усовершенствование уже существующего туристического маршрута по гоголевским местам. Таким образом, в кластер вошли города и села, касающиеся жизненного и творческого пути писателя: Полтава, Миргород, Опошня, Диканька, Великие Сорочинцы и Гоголево.

В ходе реализации данного проекта с участием представителей прессы и телевидения, общественных организаций были проведены научные семинары, круглые столы, конференции, выставки, посвященные жизни и творчеству великого писателя. Ученые области собрали информацию для каталога «Гоголевские места Полтавщины», были изданы календари и буклеты, изготовлены рекламные щиты, уточнены и расширены туристические справочники, разработаны и уточнены карты туристических маршрутов. В то же время была осуществлена профессиональная подготовка и переподготовка экскурсоводов. Большое внимание уделили размещению рекламной информации о праздновании гоголевского юбилея в средствах массовой информации. В ожидании приезда на Полтавщину большого количества туристов и гостей была изготовлена оригинальная сувенирная и рекламно-информационная продукция.

Проект предусматривал активное участие в кластере органов местного самоуправления, государственной власти, банков и субъектов предпринима-

тельской деятельности, которые должны были оказывать финансовую, техническую и интеллектуальную помощь в организации и реконструкции объектов туристической инфраструктуры – гостиниц, заведений общественного питания, выставочных залов, мест торговли товарами народных промыслов. Большое внимание уделялось проведению мастер-классов по изготовлению гончарных изделий народными умельцами в городке Опошня, а также по приготовлению блюд украинской кухни в ресторане «Шинок» на хуторе Прони вблизи села Диканьки. Также в рамках проекта были предусмотрены благоустройство музея-заповедника в селе Гоголево Шишацкого района (родовое имение семьи Гоголей-Яновских), реконструкция литературно-мемориального музея писателя в селе Великие Сорочинцы, создание и установка памятника автору и его персонажам в Миргороде.

В целом на реализацию проекта по созданию кластера было выделено 500 тыс. гривен из государственного бюджета и 300 тыс. гривен из местного бюджета [1]. Основу проекта составляли инновационные наработки в области развития туристической индустрии и передовой опыт в вопросах планирования регионального развития. Как показала практика, использование инновационных технологий способствовало успешной реализации туристско-рекреационного кластера «Гоголевские места Полтавщины», созданию качественного туристического продукта, его эффективному рекламированию и продаже на туристических рынках разных уровней (государственном и иностранных), что положительно влияет на дальнейшее развитие региона.

Туристско-рекреационный кластер «Гоголевские места Полтавщины» дает возможность гостям региона ознакомиться с рядом достопримечательностей, напоминающих о нашем выдающемся земляке. Прежде всего это отреставрированные в селе Диканька Троицкая и Николаевская церкви, описанные писателем, Кочубеевская арка (въезд в усадьбу князей Кочубеев) и хутор Прони, где жил пасечник Рудый Панько. Вызывает необыкновенное восхищение гостей комплекс в центре Миргорода, который включает памятник Н.В. Гоголю, старинную Свято-Успенскую церковь, которую неоднократно посещал Николай Васильевич, Миргородская Лужа, упоминаемая писателем в повести «Как поссорился Иван Иванович с Иваном Никифоровичем». Вокруг этой Лужи предстали во всей своей красоте и величии герои гоголевских повестей и рассказов: красавица Оксана и кузнец Вакула, казак Пацюк, Иван Иванович и Иван Никифорович, сельский голова и несравненная Солоха, аферист Хлестаков, миргородская свинья, которая похитила жалобу в суде.

Накануне юбилея писателя был отреставрирован литературно-мемориальный музей Н.В. Гоголя в селе Великие Сорочинцы – дом, где он родился. Поражает величием Свято-Преображенский собор, семиярусный иконостас которого насчитывает более ста старинных икон XVIII века. Именно в этом соборе состоялось крещение писателя. Большую популярность сохраняет

описанная Гоголем Сорочинская ярмарка, которая ежегодно проходит в августовские дни, популяризируя народные традиции. Поражает духовный потенциал обновленного к юбилею родового имения писателя в селе Васильевка (ныне Гоголево). Здесь находится могила родителей писателя и выполненные по эскизам Н.В. Гоголя дворовые постройки [2].

Полтавщину справедливо называют духовным сердцем Украины. Туристическая отрасль является одной из приоритетных для обеспечения устойчивого развития региона. Перспективными направлениями в данной отрасли мы считаем дальнейшее развитие сельского зеленого туризма, а также молодежного культурно-познавательного туризма.

1. Відзначення 200-річчя з дня народження М.Гоголя як складова культурного розвитку Полтавщини. Матеріали до єдиного дня інформування населення Полтавщини у березні 2009 р. підготовлено управлінням культури та Головним управлінням інформаційної та внутрішньої політики облдержадміністрації [Електронний ресурс]. - Режим доступу: [http://www.adm-pl.gov.ua/politics/data/upload/publication/main/ua/223/03\\_2009.doc](http://www.adm-pl.gov.ua/politics/data/upload/publication/main/ua/223/03_2009.doc) .- Назва з титул. екрану.

2. Полтавщина туристична. Відділ інформаційно-комп'ютерного забезпечення [Електронний ресурс], 2015. – Режим доступу: <http://www.poltava-tour.gov.ua/page/poltavshchina-turistichna> (свободный); Національний музей-заповідник М. В. Гоголя [Електронний ресурс] / Полтавщина туристична. Відділ інформаційно-комп'ютерного забезпечення, 2015. – Режим доступу: <http://www.poltava-tour.gov.ua/page/nacionalniy-muзей-zapovidnik-mv-gogolya> .- Назва з титул. екрану.

## ПРИРОДНО-РЕКРЕАЦИОННОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ОКРЕСТНОСТЕЙ ГОРОДА ВОЛОГДЫ

*В.А. Шамахова*

*Е.А. Скупинова, научный руководитель, канд. геогр. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Природные комплексы представляют особую ценность как места массового отдыха. Планирование и разработка мероприятий по организации туристской деятельности на таких территориях возможны только при тщательном изучении их природно-рекреационного потенциала. Рекреационный потенциал представляет собой совокупность природных, культурно-исторических и социально-экономических предпосылок для организации рекреационной дея-

тельности на определенной территории. Природная составляющая – одна из основных в структуре рекреационного потенциала. Компонентами природно-рекреационного потенциала являются геологические и геоморфологические ресурсы, климатические ресурсы, наличие запасов минеральных вод, лечебных грязей, судоходных рек и озер, ландшафтные памятники, флористические и фаунистические ресурсы. Выполненная для ближних окрестностей города Вологды оценка туристского потенциала [1] не имеет привязки природной составляющей к сетке природных комплексов. Целью работы является выявление природно-рекреационного потенциала и природно-рекреационное районирование окрестностей города Вологды.

В ходе работы выполнено описание природных компонентов территории, имеющих рекреационную ценность, и построена ландшафтная карта масштаба 1 : 200 000 на уровне генетических групп комплексов урочищ. На основе карты ландшафтного районирования территории выделены природно-рекреационные районы. Природно-рекреационный район – это территория, однородная по природным характеристикам (их современному состоянию) и по транспортной доступности как одной из основных инфраструктурных составляющих туризма. Целью данного районирования является обоснование туристской специализации отдельных природно-рекреационных районов, для чего необходимо исследование их туристской освоенности в настоящем и в перспективе.

В пределах выделенных районов рассчитаны показатели лесистости, озёрности, густоты речной сети, густоты дорожной сети (асфальтовых дорог). Важной частью работы является определение транспортной доступности, так как это одна из самых значимых для рекреации характеристик. В понятие транспортной доступности включаются: время в пути, стоимость проезда, вид транспорта, его комфортность, вместимость и другие.

В Вологодском районе хорошо развито автобусное сообщение, которое может служить основным способом перемещения рекреантов к объектам туристского интереса. На основе оценки частоты движения и затрат времени в пути составлена карта доступности района данным видом транспорта. В результате работы получилось три зоны транспортной доступности – наилучшая (менее 1 часа), хорошая (до 2 часов) и средняя (2-3 часа). Основная часть района находится в зоне хорошей доступности. Зона наилучшей доступности образовалась за счёт многочисленных пассажирских рейсов до близлежащих к Вологде посёлков и деревень.

Развитая дорожная сеть служит предпосылкой использования в качестве средства передвижения легкового автотранспорта. Поэтому была произведена оценка и выполнена карта доступности Вологодского района легковыми автомобилями. Выделены три зоны доступности с затратой времени в пути - до 30 минут, от 30 минут до 1 часа и более 1 часа.

Наложение зон доступности общественным и личным транспортом позволило выделить интегральные зоны, для которых и произведены все остальные расчеты.

Так, исходя из полученных данных, можно судить о доступности объектов культурного наследия и особо охраняемых природных территорий, находящихся в границах природных комплексов, подходящих для отдыха и рекреации. Наибольшее количество объектов культурного наследия расположено в зоне наилучшей доступности, 4 объекта расположены в зоне средней доступности, и 1 объект – в зоне хорошей доступности. Большинство объектов природы (памятники природы, ландшафтный заказник) расположены в зоне наилучшей доступности, в зоне хорошей доступности расположены 3 объекта, в зоне средней доступности – 2 объекта.

Результатом работы является определение по научной методике, апробированной на территории г. Нижнего Новгорода [2], рекреационной специализации природно-рекреационных районов окрестностей г. Вологды. Для этого были исследованы картометрические характеристики территории (лесистость, заболоченность и др.) и определены лимитирующие развитие рекреации факторы. Так, например, наилучшими для рекреации являются территории с высокой лесистостью, низкой заболоченностью и наличием водных объектов; ограниченно пригодными – территории с высокой лесистостью, но заболоченные или не имеющие хороших водоёмов, неблагоприятными – территории с невысокой лесистостью. Также учитывается принадлежность территории к определённой зоне доступности, освоенность (количество городов и пгт), число стационарных туристских учреждений. В итоге получена карта с классификацией природно-рекреационных районов по возможной специализации туризма, каждому району присвоено качественное определение, отражающее степень пригодности для туризма, доступность и ограничивающие условия.

1. Орлова, В.С. Туристский потенциал Вологодской области / В.С. Орлова, Е.Г. Леонидова // Проблемы развития территории. – 2001. – № 4. – Т. 56. – С. 51–57.

2. Полянский, А.Г. Природно-рекреационное районирование пригородной зоны большого города (на примере Нижнего Новгорода) [Текст]: автореф. дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.36 / Полянский А. Г. – Москва, 2010. – 20 с.

## ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ САПРОФИТНОГО РАСТЕНИЯ *HYROPITUS MONOTROPA CRANTZ* В БАБАЕВСКОМ РАЙОНЕ

*В.А. Антонова*

*Е.В. Кармазина*, научный руководитель, канд. биол. наук, доцент  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Работа посвящена изучению редкого вида *Hyropitus monotropa* Grantz из семейства Monotropaceae, относящегося к сапротрофным видам. В условиях Вологодской области особенности произрастания вида ранее не изучались. Исследования были проведены в 2014 г. на территории Бабаевского района в окрестностях д. Дедовец в летний полевой сезон.

Это многолетнее бесхлорофильное, корнеотпрысковое растение. Оно относится к облигатным микогетеротрофам. По литературным данным известно, что гриб относится к роду *Tricholoma* [1] и образует эктотрофную монотропидную микоризу. Гриб поставляет растению углерод, органические вещества и минеральные соли из подстилки. В связи с сапротрофным типом питания на корнях *Hyropitus monotropa* отсутствует всасывающая ткань ризодерма с корневыми волосками, редуцируются трахеальные элементы в проводящей ткани корня и стебля.

В связи с полной зависимостью в питании от гриба, развитие этого растения на начальных этапах онтогенеза происходит полностью в земле. Проростки у подбельника не похожи на всходы автотрофных наземных растений. У них отсутствуют семядольные листья, стеблевая часть и они называются протосомой, состоящей из разросшегося главного корня. В прегенеративном периоде в земле образуется протосомно – корнепобеговое растение, имеющее на ветвящихся корнях эндогенные почки, длина которых 0,3–0,5 см. Из корневых почек образуются подземные корневые побеги, размер которых варьирует от 0,9 до 5,5 см. Корневые побеги дают начало наземным генеративным побегам. В условиях Бабаевского района массовое появление генеративных побегов над поверхностью почвы отмечено в начале июля. Через 10–15 дней с момента появления генеративных побегов начинается их цветение (10–15 июля). Оно продолжается почти до конца июля. Соцветие – однобокая кисть. Массовое цветение наблюдается с 20 по 25 июля. Генеративные побеги отличаются по высоте (7,5–25 см) и количеству цветков (1–23). К концу июля побеги отцветают, полностью выпрямляются и на них завязываются локулоцидные коробочки, которые созревают в конце сентября. Завязываемость плодов очень высокая и составляет от 80 до 100 % на побег. Вскрытие коробочек наблюдается уже в первых числах октября. Побег с сухими вскрытыми коробочками сохра-

няется в травостое до следующего года. У *Hurpitus monotropus* наземные популяции представлены только генеративной группой. Изучены 3 ценопопуляции в сосняках разнотравных (ЦП 1, ЦП 2, ЦП 3) и одна в березняке разнотравном (ЦП 4). Исследованные ценопопуляции вида имеют четко выраженную мозаичную пространственную структуру. Побеги образуют компактные скопления, площадь которых колеблется от 2 до 50 м<sup>2</sup>. Расстояния между скоплениями варьируют от 0,5 до 1,5 м. Соотношение генеративных побегов с различным количеством цветков отражает структуру популяции. В составе каждой ценопопуляции выделено три группы побегов: первая, побеги имеют 1-4 цветка в соцветии; вторая, побеги с 5-8 цветками; третья, побеги с 9 и более цветками (рис.).

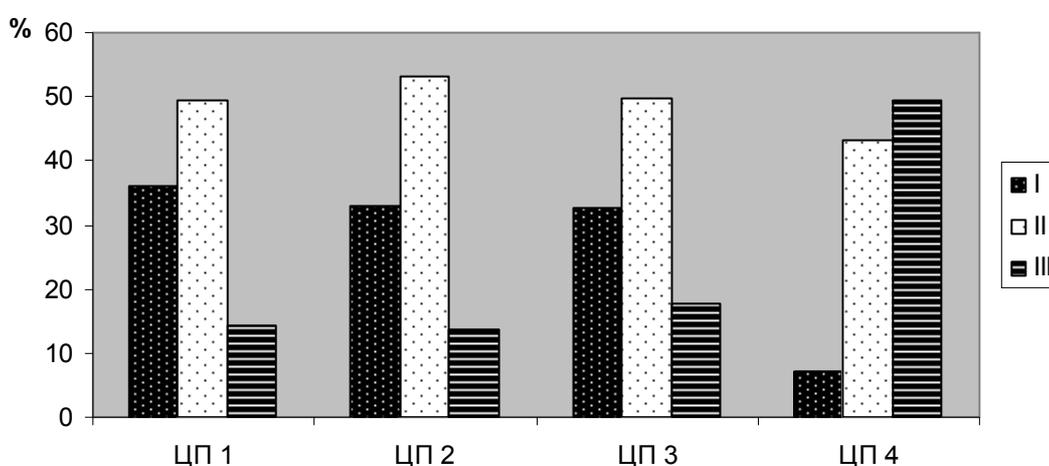


Рис. Структура генеративной группы ценопопуляций *Hurpitus monotropus* в 2014 г. (I – первая группа побегов, II – вторая группа побегов, III – третья группа побегов)

Анализ материала, представленного на рисунке, позволяет констатировать следующее. В трех ассоциациях сосняков разнотравных структура ценопопуляций *Hurpitus monotropus* во многом сходна. В них заметно преобладание по численности побегов второй группы. Их доля составляла от 55% (ЦП 3, ЦП 1) до 63% (ЦП 2). Уступает по численности второй группе, первая группа. Их доля изменяется от 24% (ЦП 2) до 35% (ЦП 3). Малочисленной в ценопопуляциях является 3 группа побегов. Процентное участие ее невысокое и составляет от 9% (ЦП 3) до 12% (ЦП 1, ЦП 2). Значительно отличается структура 4 ценопопуляции, находящейся в березняке. Преобладающей по численности является 3 группа побегов. Ее доля составляет 43%, что почти в 3.5 раза больше, чем в ценопопуляциях сосняков. Только в этой популяции встречаются побеги, имеющие 16 и более цветков. Вероятно, это связано с наличием на почве более мощной подстилки из растительного опада, чем в сосняках. Высокое процентное участие наблюдается в ценопопуляции и побегов второй группы. Ее численность составляет 47%. Малочисленной является первая группа

побегов, доля которой составляет 10%. Это в 4 раза меньше, чем в ценопопуляции сосняков.

1. Leake Jonathan R. Myco-heterotroph/epiparasitic plant interactions with ectomycorrhizal and arbuscular mycorrhizal fungi // *Current Opinion in Plant Biology*, 2004. – N. 7. – P. 422–428.

## ОРНИТОФАУНА ГОРОДА ВОЛОГДЫ

*М.И. Анфалова, А.Н. Никуличева, Т.Н. Перерукова*  
*А.А. Шабунев, научный руководитель, канд. биол. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Орнитофауна городов Вологодской области, в том числе и Вологды изучена слабо. Имеются лишь несколько публикаций, преимущественно в виде тезисов, содержащих информацию о птицах. Ни одна из этих работ не дает полного списка птиц, встречающихся на территории города Вологды. Так, в публикациях В.Е. Киселева (1991), В.Е. Киселева, Н.В. Груздевой (1991), А.А. Шабунова (1996, 1997), В.В. Брунова, Н.М. Котова (2000) отмечены лишь самые общие черты городской орнитофауны и некоторые экологические проблемы.

Таким образом, одной из целей работы была оценка видового разнообразия птиц в городе Вологде.

Для анализа орнитофауны города Вологды использованы фондовые материалы кафедры зоологии и экологии педагогического института ВоГУ – отчеты о научно-исследовательских работах, выпускные квалификационные работы.

Собственные материалы получены в 2013 – 2015 гг. Основные наблюдения проведены в г. Вологда на маршруте длиной 3,3 км, охватывающем улицы Прокатова, Набережную 6 Армии, Самойло, Некрасова и Парк ветеранов труда. Всего в весенне-зимний период проведено 18 учетов, по 2 раза в месяц.

Всего на территории города Вологды зарегистрировано 127 видов птиц из 13 отрядов (табл.).

Все виды, зарегистрированные на территории города Вологды, делятся на 3 группы по занимаемому ими ареалу. Большинство птиц являются широко распространенными – 45 видов, их доля 35,4%. Для 40 видов (31,5%) птиц города характерен южный ареал. Для 25 видов характерен северный ареал, их доля в орнитофауне составляет 19,69%. Остальные виды птиц имеют широкий ареал, охватывающий большую часть Северной Евразии.

Таблица

**Систематическое разнообразие птиц в г. Вологде**

Отряд	Количество видов	Доля в орнитофауне, в %
Воробьинообразные Passeriformes	72	56,69
Ржанкообразные Charadriiformes	14	11,02
Гусеобразные Anseriformes	11	8,66
Соколообразные Falconiformes	8	6,30
Дятлообразные Piciformes	6	4,72
Совообразные Strigiformes	5	3,94
Журавлеобразные Gruiformes	4	3,15
Голубеобразные Columbiformes	2	1,57
Аистообразные Ciconiiformes	1	0,79
Козодоеобразные Caprimulgiformes	1	0,79
Кукушкообразные Cuculiformes	1	0,79
Поганкообразные Podicipediformes	1	0,79
Стрижеобразные Apodiformes	1	0,79
Общий итог	127	100,00

Из фаунистических групп самые разнообразные лесная палеарктическая группа и группа широколиственных лесов – по 34-35 видов птиц (26,77 и 27,56% от общей орнитофауны города). К лесной палеарктической группе относятся кряква, трясогузка белая, синица длиннохвостая и другие виды, к группе широколиственных лесов – чиж, галка, скворец, славки и многие другие виды птиц. Самыми бедными являются арктическая фаунистическая группа (2 вида – зук галстучник и пуночка), а также группа приокеанических бореальных формаций, включающая 3 вида – белобровик, дрозд-рябинник и пеночка-весничка.

Характер и условия питания влияют на размещение в пространстве, сезонные перемещения, темпы размножения и смертности, межвидовые и внутривидовые отношения. По характеру питания птиц условно подразделяют на 7 групп. Среди птиц, зарегистрированных в г. Вологде, преобладает группа насекомоядные (49 видов, 38,58% от общей орнитофауны города). В данную группу входят камышевки, славки, пеночки, синицы и т.д. Наименьшим количеством видов представлена группа рыбающие (2 вида) – большая поганка и цапля серая. Их доля в орнитофауне составляет 2,36%.

Вологодская область находится в таежной зоне и богата лесами, следовательно, наибольшее количество видов птиц (56) относится к лесной экологической группе, доля которой составляет 44,09%. Сюда относятся сычи, ястребы,

пеночки и многие другие. В меньшей степени птицы предпочитают кустарниковые местообитания, либо являются эврибионтами. Данные типы включают по три вида птиц и составляют 2,36% от общей орнитофауны города. Кустарниковыми являются 3 вида славок: садовая, серая и ястребиная. К эврибионтам относятся ворона серая, ворон и коршун черный.

По типу гнездования большинство видов предпочитают наземный (49 видов) и древесный (50 видов), составляя 38,58 и 39,37% от общей орнитофауны города. Представителями наземного гнездования являются серая утка, варакушка, чайки, трясогузки, пеночки и другие. Скрытногнездящийся и кустарниковый типы гнездования включают по 13-14 видов (10,24 и 11,02%). Такой тип как гнездовой паразитизм представлен лишь одним видом – кукушка обыкновенная, на его долю приходится 0,79%.

Большинство видов птиц, зарегистрированных в г. Вологде, по характеру пребывания являются перелетными (86 видов, доля 67,72%). К ним относятся цапля серая, кукушка обыкновенная, стриженый, ласточки, чайки и многие другие виды. Всего по 3-4 вида включают в себя пролетный и оседлый типы пребывания, составляя по 2,36%. К пролетным относятся пуночка, гуменник и лебедь-кликун. Оседлыми видами являются галка, воробей домовый и полевой.

В целом, орнитофауна города разнообразна в систематическом и экологическом отношении, но птицы крайне неравномерно распределены по территории города.

## **К КАДАСТРУ ЖИВОТНЫХ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ: КЛАСС ЗЕМНОВОДНЫЕ**

*К.В. Арсентьева*

*А.А. Шабунев, научный руководитель, канд. биол. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Проблема сохранения биологического разнообразия, признанная одной из глобальных, является актуальной и для Вологодской области. В силу многих причин изученность разных групп животных в регионе очень неравномерна, по большинству систематических групп сведения раздроблены по самым разным изданиям. Для оценки состояния видов необходимы разнообразные данные, адекватно отражающие ситуацию. Решением в данном направлении является ведение кадастра животного мира, который регламентируется федеральным законодательством.

Целью работы является обобщение сведений о земноводных Вологодской области; разработка и наполнение кадастра. В задачи исследования входили

анализ истории изучения земноводных в пределах области, анализ ведения кадастров животного мира, разработка структуры и наполнение кадастра, а также оценка изученности и состояния амфибий в регионе.

Материалом для работы послужили опубликованные источники, содержащие региональные сведения о земноводных Вологодской области. К настоящему времени обнаружено 87 литературных источников. В 2014 г. для уточнения местообитаний проведены учеты численности бесхвостых амфибий в Харовском районе.

Кадастр представляет собой свод данных о видовом составе, численности, распределении, биологии и экологии земноводных в регионе. Кадастр состоит из нескольких блоков информации и включает все известные местонахождения каждого из видов амфибий, данные о местообитаниях и численности, а также сведения о биологии и экологии видов. Для каждого вида собрана и общая информация, например, о типе ареала, зоогеографической группе, разнообразии кормовых объектов, режимах охраны и т.д.

Информация о земноводных хранится в базе данных, созданной в пакете Microsoft Excel, позволяющей работать с текстовыми, цифровыми данными, обобщать информацию и конвертировать её в другие программы, например, Quantum GIS для создания электронных слоёв и дальнейшего анализа.

Анализируя собранную информацию, следует отметить, что остаются слабо изученной группой в Вологодской области. В большинстве источников приводятся лишь фаунистические данные о наличии видов на той или иной территории. Реже в публикациях приводятся количественные результаты исследований. Первые сведения о земноводных области относятся к концу XVIII – началу XIX веков. Амфибии были отмечены в описаниях экспедиций И. Г. Георги (1802), И. Г. Блазиуса (1844) и других. Более длительные наблюдения проведены А. П. Межаковым (1857). В XX веке фаунистические исследования охватывали почти всю область, однако некоторые районы так и остались фактически не обследованными (Вашкинский, Чагодощенский, Тарногский, Сямженский, Междуреченский, Кичменгско-Городецкий). В целом, лишь на территории Дарвинского государственного биосферного заповедника М. Л. Калецкой (1988) проводились многолетние наблюдения за разнообразием и пространственным распределением земноводных. Остаются практически не изученными биология и экология земноводных в регионе. Очень фрагментарны фенологические наблюдения.

Анализ состояния земноводных позволил подтвердить статус видов в регионе, указанный в «Природе Вологодской области» [1]. Повсеместно в области распространены и обычны обыкновенный тритон, травяная и остромордая лягушки, серая жаба. Прудовая лягушка в целом по области редка, но в локальных местообитаниях её численность может быть высокой. В настоящее время угрозы её популяциям не выявлены. Подлежат охране сибирский углозуб, гребенчатый тритон, обыкновенная чесночница и зеленая жаба. Они вне-

сены в Красную книгу Вологодской области [2]. Необходимо отметить, что информации о зеленой жабе за последние 25 лет не выявлено. Считаем, что необходимо подтверждение обитания вида в пределах региона.

Таким образом, обобщение сведений об амфибиях в кадастре животного мира Вологодской области, позволило выявить существенные пробелы в географической изученности земноводных, почти полное отсутствие работ по биологии, экологии и других сторонах жизни земноводных в регионе; отсутствуют также многолетние наблюдения за численностью и пространственной динамикой земноводных.

1. Шабунов, А. А. Позвоночные животные [Текст] / А. А. Шабунов, Н. Л. Болотова, А. Ф. Коновалов, И. В. Филоненко // Природа Вологодской области. – Вологда: Изд. Дом «Вологжанин», 2007. – С. 271–286.

2. Красная книга Вологодской области [Текст] / отв. ред. Н. Л. Болотова, Э. В. Ивантер, В. А. Кривохатский. – Вологда, 2010. – Т. 3. Животные. – 216 с.

## **ИЗМЕНЕНИЯ СОРНОЙ ФЛОРЫ В ХОДЕ СЕВООБОРОТОВ НА СЕЛЬХОЗУГОДЬЯХ В ОКРЕСТНОСТЯХ КАДНИКОВА**

*А.В. Байкова*

*А.Б. Чхобадзе, научный руководитель, ст. преподаватель  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Засоренность полей является одной из причин, препятствующих высокой урожайности сельскохозяйственных культур. Сорные виды приносят большой вред культурным растениям. Сорняки, обладая хорошо развитой корневой системой, расходуют влагу и питательные вещества, снижают плодородие почвы, затеняют культурные растения, вызывают их полегание, осложняют уход за посевами, затрудняют обработку почвы, уборку урожая, способствуют распространению вредителей и болезней. Видовой состав сорной растительности, как правило, отличается относительным постоянством в пространстве и времени, что связано с биологическими особенностями сорняков. Вместе с тем, видовой состав сорной растительности может изменяться. Это обусловлено несколькими причинами, а именно: 1) исходной засоренностью почвы; 2) биологическими особенностями сорняков; 3) чередованием культур и технологией их выращивания. Севообороты являются важнейшим фактором, который регулирует как видовой состав сорняков, так и степень засоренности культурных растений.

Исследования, посвящённые сорнякам, в истории изучения флоры и растительного покрова Вологодской области представлены немногочисленными работами второй половины прошлого века [2]. Современных работ по сорной флоре региона практически нет, если не брать во внимание исследования сорняков лесных питомников, в которых сорные свойства может приобретать очень широкий круг растений. При этом актуальность герботологических исследований по-прежнему достаточно высока, причём даже в природоохранном отношении, так как среди сорных растений есть и редкие виды [1].

В качестве объекта исследования были выбраны посадки картофеля и овса в окрестностях города Кадникова, наблюдения велись за одним полем в течение трех лет: 2012 год – картофель, 2013 – овёс, 2014 – залежь после посевов горчицы белой на месте картофеля и овса. Кроме этого использованы сведения по другим полям овса (2011 год), предоставленные А.Н. Левашовым. В ходе работы выявлено 97 видов сорных растений, принадлежащих к 77 родам 24 семейств. По севооборотам видовое богатство и систематическое разнообразие распределилось следующим образом: всего в картофеле – 29 видов (27 родов из 13 семейств); всего в овсе – 91 вид, при этом на участках 2011 года – 84 вида (69 родов из 24 семейств), а на участке 2013 года – 37 видов (33 рода из 14 семейств). На залежи зарегистрировано 37 видов (35 родов из 14 семейств).

В первом севообороте (картофель) засоренность агроценоза небольшая, поскольку пропашные культуры характеризуются более глубокой обработкой почвы и частым использованием гербицидов. Во втором севообороте (овёс после картофеля), засоренность агроценоза возросла, так как эта культура почти не обрабатывается гербицидами и ко времени уборки многие сорняки успели не только вызреть, но даже пройти вторую генерацию. Существенная разница между сорной флорой овса 2011 и 2013 годов (84 и 37 видов соответственно) связана с тем, что в первом случае обследованием была охвачена большая площадь и наблюдения велись на нескольких полях в разных местах вокруг города.

Видов, встречающихся во всех вариантах агроценозов (картофель – овёс – свежая залежь), выявлено немного – 26 (26,8% от всей гербофлоры). Среди них присутствуют как типичные однолетники (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Chenopodium album* L., *Galeopsis speciosa* Mill., *Lepidotheca suaveolens* (Pursh) Nutt., *Persicaria lapathifolia* (L.) S.F.Gray, *Tripleurospermum perforatum* (Merat) Lainz и др.), так и малолетники (*Centaurea cyanus* L.) с многолетниками (*Artemisia vulgaris* L., *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Equisetum arvense* L., *Stachys palustris* L., *Tussilago farfara* L. и др.). Все сорняки, успешно растущие в разных культурах, характеризуются высокой экологической пластичностью.

В результате исследования не было отмечено сильного изменения сорной флоры в ходе севооборотов в пределах одного и того же участка, так как для кардинальной смены сорной растительности требуется длительный период, хотя некоторые различия прослеживаются и на небольшом промежутке времени. Анализ сходства с использованием коэффициента Сёренсена-Чекановского показал, что наиболее близки друг к другу агроценоз картофеля и залежи (0,746) и агроценозы картофеля и овса на месте картофеля (0,735), а также овёс и залежь (0,693). Сорные флоры достаточно удалённых участков такого сходства не показывают (для полей овса 2011 года коэффициент составляет от 0,404 до 0,492).

Из специфических сорняков зарегистрирован только один – *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv. (ежовник обыкновенный) – который характерен для пропашных культур Северо-Западного региона России (картофель, капуста, морковь, репа, турнепс и др.). Для полей Вологодской области этот вид стал указываться с начала прошлого века, но до сих пор он так и не стал массовым.

В заключении отметим, что в ходе исследования в составе сорной флоры были отмечены редкие виды сорняков, а именно *Conium maculatum* L. (болиголов пятнистый), *Euphorbia helioscopia* L. (молочай солнцегляд), *Hypericum perforatum* L. (зверобой продырявленный), *Lathyrus tuberosus* L. (чина клубненосная), *Lycopsis arvensis* L. (кривоцвет полевой), *Persicaria tomentosa* (Schrank) VICKNELL (горец войлочнолистный), *Puccinellia distans* (Jacq.) Parl. (бескильница расставленная), *Schedonorus phoenix* (Scop.) Holub (овсяничник тростниковый). Ранее болиголов пятнистый и чину клубненосную относили к охраняемым растениям [1], но в настоящий момент, после доказанности их заносного происхождения на территории области, они выведены из региональной Красной книги.

1. Красная книга Вологодской области. Т. 2. Растения и грибы / отв. ред. Г.Ю. Конечная, Т.А. Сулова. – Вологда: ВГПУ; Изд-во «Русь», 2004. – 360 с.

2. Орлова Н. И. Конспект флоры Вологодской области. Высшие растения. – Санкт-Петербург : Изд-во «Алга-Фонд», 1993. – 262 с.

## КРАЕВЕДЧЕСКИЙ МУЗЕЙ КАК ИСТОЧНИК СВЕДЕНИЙ О ПРИРОДЕ РЕГИОНА (на примере коллекции жуков-дровосеков Вологодского государственного музея-заповедника)

*Е.А. Бушуева*

*Ю.Н. Белова, научный руководитель, канд. биол. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Краеведческие музеи выполняют важную функцию сохранения информации о природных и историко-культурных особенностях региона, а так же передачи накопленных сведений населению. Основным объектом как научной, так и просветительской работы музеев являются фондовые коллекции. Вместе с тем часто музеи сталкиваются с проблемой их содержания, пополнения и обработки. Особенно это актуально для естественнонаучных коллекций, которые отличаются высокой уязвимостью по отношению к вредителям и условиям хранения. Причем одним из наиболее «хрупких» компонентов таких коллекций являются насекомые. Поэтому целью исследования стало изучение возможностей краеведческого музея по накоплению, сохранению и распространению среди населения информации о природных особенностях региона. Модельным объектом в данной работе были выбраны жуки-дровосеки, в составе коллекций фонда Вологодского государственного музея-заповедника (ВГМЗ), как характерный представитель энтомофауны зоны тайги, в пределах которой находится Вологодская область.

Специфика музейной работы обуславливает сохранение сведений о насекомых, в первую очередь как о единицах хранения в составе коллекции (тематическая направленность, коллекционер, год поступления, стоимость/факт дара музею, музейный номер, количество ед. хранения и краткое описание). Информация, имеющая биологическую значимость, остается на энтомологических этикетках, с которыми сотрудники музея зачастую не работают.

В ходе исследования проводилась видовая идентификация жуков-дровосеков фондовой коллекции ВГМЗ. Была создана база данных, включающая информацию о географических и экологических особенностях экземпляров в составе коллекции, а также сведения о них с точки зрения музейного хранения.

Исследованная фондовая энтомологическая коллекция музея насчитывает более 1000 экземпляров насекомых, относящихся к шести отрядам. Доля жуков-дровосеков в ней составляет 6,3%.

Выявлено, что в составе фондовых коллекций ВГМЗ, находится 19 видов жуков-дровосеков из 17 родов, что составляет 34% от их региональной фауны [2]. Среди них наиболее многочисленные: *Brachyta interrogationis* L., *Monochamus urussovi* Fish., *Monochamus sutor* L., *Rhagium mordax* De Geer, *Stenurella melanura*

L., *Leptura quadrifasciata* L., *Lepturobosca virens* L., *Carilia virginea* L. Данные виды являются типичными для территории Вологодской области [2].

Коллекция жуков-дровосеков насчитывает 63 экземпляра, 46 из них относятся к научно-вспомогательной коллекции. Изученные материалы были собраны за период с 1980 по 2005 гг., в 10 из 26 районов Вологодской области, преимущественно в северо-западной части (Вытегорском районе) – 27,1% и в центральной части (Вологодском районе) – 20,3% от общего числа экземпляров. Сбор насекомых проводился сотрудником отдела природы Романовой Л.П. (1980-1991 гг.), Шабунным А.А., а также студентами ВГПУ, во время полевых практик. За последние 10 лет коллекция не пополнялась.

Насекомые в экспозиции отдела природы используются традиционно в составе витрин и диорам. Витрины с ними представляют собой систематически составленные энтомологические коллекции. Также в экспозиции присутствуют тематические коллекции жуков-дровосеков, посвященные проблеме вредителей леса. Жуки-дровосеки и насекомые в целом в диорамах использованы слабо, представленные в них экземпляры длительное время не обновлялись.

В экспозиции наиболее распространена экскурсионная форма работы. Следует отметить, что наряду с классическими способами подачи информации отдел природы ВГМЗ в работе с посетителями также активно использует элементы развивающейся в мире концепции культуры участия (*The participatory culture*) [1]. Так, например, в форме интерактива, игры, викторины и даже практической выставки в отделе природы проводятся мероприятия, посвященные Международному дню леса. На одном из них Вологодское энтомологическое общество (ВоГУ) представляло к вниманию демонстрационную коллекцию жуков – вредителей леса. Также посетители могли увидеть насекомых под оптическим увеличением, услышать интересные факты об их жизни. Дети играли в тематические игры, раскрашивали рисунки насекомых.

Таким образом, краеведческие музеи, а в частности ВГМЗ, успешно ведут просветительскую работу с населением, применяя новейшие мировые методики. Между тем работа с коллекциями сложных систематических групп, таких как насекомые, ведется недостаточно, фонды длительное время не пополняются. Следовательно, требуется привлечение специалистов для проведения полевых сборов насекомых и пополнения существующих коллекций, а также для создания электронных баз данных, хранящих полную информацию об объектах музейного хранения.

1. Музей как пространство образования: игра, диалог, культура участия / сост. Н.Г. Копелянская – Москва, 2012. – 176 с.

2. Разнообразие насекомых Вологодской области / под ред. Ю. Н. Беловой, А. А. Шабунова. – Вологда : Центр оперативной полиграфии "Коперник", 2008. – 368 с.

## РОЛЬ ВОДОТОКОВ В ФОРМИРОВАНИИ ОРНИТОФАУНЫ ГОРОДА ВОЛОГДЫ

*Н.В. Вилкова, Н.А. Мишенёва*

*А.А. Шабунев, научный руководитель, канд. биол. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Фауна, в том числе птицы, зависит от условий среды. В городах среда обитания сочетает в себе антропогенные и природные объекты, разнообразие которых зависит от положения города. Чаще всего в условиях Вологодской области города формировались на берегах рек, которые были единственным способом связи между поселениями. Город Вологда образован на одноименной реке. С течением времени на реке Вологде в центральной части города происходили значительные изменения: в XIX – начале XX веков здесь были открытые берега, часто заполненные бревнами, дровами. В настоящее время на берегах реки немного жилых домов. Берега реки достаточно озеленены. На территории города Вологды протекает река Содема (в пределах города называемая Золотухой), на которой тоже происходили изменения с течением времени. У реки была спрямлена нижняя часть течения, река интенсивно использовалась в хозяйственных целях. С середины XX века в нижнем течении были проведены посадки деревьев, достигшие к настоящему времени значительного развития. Таким образом, обе реки представляют собой специфические и существенные меняющиеся местообитания птиц. Ранее исследования орнитофауны на этих реках не проводились.

Одной из целей работы была оценка роли рек в формировании орнитофауны города.

Изучение видового состава и численности птиц на реках проводилось в 2014 – 15 гг. Наблюдения на реке Вологда осуществлялись на участке от моста 800-летия до Октябрьского моста. Наблюдения на реке Золотуха также проводились на участках: от устья реки до Веденеевского моста (ул. Чехова) и в микрорайоне Тепличный. Основным методом был площадочный учет, проводившийся 2 раза в месяц.

В ходе исследования выявлено, что видовое разнообразие птиц на реках Вологда и Золотуха в центральной части города невелико. Всего зарегистрировано 28 видов. Это составляет лишь 22% от орнитофауны города Вологда, в пределах городской черты которого отмечено 128 видов. Нужно отметить, что птицы относятся к 5 отрядам и 14 семействам, среди которых преобладают воробьинообразные.

На реке Вологде в центральной части города встречен 21 вид, на Золотухе – 25 видов. Несмотря на существенные различия в размерах рек, из 28 видов общими являются 19. Большинство общих видов птиц относятся к облигатным

и факультативным синантропам, не связанным с водными экосистемами (сизый голубь, домовый и полевой воробьи, серая ворона, галка, большая синица и др.). Причина этого в значительной трансформации условий на реках и преобладании искусственных объектов. Единственный водоплавающий вид с высокой численностью, обитающий на обеих реках, – кряква.

Видовой состав и численность птиц существенно меняются в разные сезоны. Больше видовое разнообразие приходится на весну, что связано с весенней миграцией и сезоном размножения. Летом фауна довольно стабильна, а к осени она уменьшается до 10 видов в связи с миграциями птиц. Плотность птиц меняется в разы в зависимости от фазы гнездования. Так, у кряквы высокая плотность отмечена после распада льда на Вологде, затем плотность резко снижается со второй половины июня – исчезают самцы, отлетающие в глухие места на линьку. К осени вновь заметно возрастает. У сизой чайки динамика плотности иная. После резкого роста в апреле, в мае они практически не появляются, что, видимо, связано с размножением за пределами или на окраинах города. Впоследствии, резкий рост численности приходится на август – птицы скапливаются в городе перед миграцией.

Пространственное распределение птиц также неравномерно. На реке Вологде наибольшая плотность птиц приходится на участок вблизи пешеходного Красного моста, а на реке Золотухе наибольшая плотность на участке от Винтеровского моста до Веденеевского моста и на участке от моста Петина до улицы Тепличный микрорайон. Эти места часто посещают люди, чтобы покормить птиц – здесь высока плотность кряквы, сизого голубя, воробьев, чаек, которые охотно поедают бросаемый людьми корм.

У птиц различно и экологическое разнообразие. Среди экологических групп по местообитаниям преобладают синантропные виды птиц, что, разумеется, связано в большей степени не с реками, а с городской средой. По характеру питания преобладают растительноядные птицы. При анализе плотности каждой группы птиц было выявлено, что наибольшая плотность приходится на растительноядные виды птиц, среди которых преобладают синантропные виды – сизый голубь, воробьи.

В целом отмечено, что плотность ряда синантропных видов, таких как сизый голубь, домовый воробей, кряква периодически бывает чрезвычайно высока – до 14 тысяч на кв. км.

Желательно проводить работы по регулированию разнообразия и численности птиц. Эффективным было бы привлечение птиц-дуплогнездников – за счет размещения искусственных гнездовий (синичники, искусственные дупла), привлечения кустарниковых птиц. Необходимо улучшение санитарного состояния за счет снижения бытового мусора и пищевых отходов. В данном случае, слишком большие скопления синантропных видов могут способствовать распространению некоторых заболеваний, например, орнитозов.

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЛЮБИТЕЛЬСКОГО РЫБОЛОВСТВА НА ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ ВОЖЕГОДСКОГО РАЙОНА

*О.Н. Воронина*

*М.Я. Борисов, научный руководитель, канд. биол. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В настоящее время в Вологодской области активно развивается любительский лов рыб с применением разнообразных орудий лова. В большинстве водных объектов региона любительское рыболовство является единственным способом использования их рыбных ресурсов. Любительский лов рыбы может оказывать значительное влияние на состояние популяций рыб, приводя к сокращению их численности. В то же время исследований по влиянию любительского рыболовства на рыбное население, выявлению видового состава уловов в зависимости от типа водного объекта, применяемых орудий рыболовства, практически нет. Целью настоящей работы является изучение современного состояния любительского рыболовства на водных объектах Вожегодского района. В ходе работы проведена оценка водного фонда района, состава ихтиофауны водоемов и водотоков, выявлены наиболее часто посещаемые рыбаками-любителями водные объекты, установлен видовой состав уловов в зависимости от типа водного объекта, применяемых орудий рыболовства.

Вожегодский муниципальный район расположен на севере Вологодской области, обладает богатым водным фондом, разнообразными по видовому составу и запасам рыбными ресурсами. В ходе анализа топографической карты установлено, что в границах Вожегодского района расположены восточная часть крупного рыбопромыслового водоема региона – озера Воже, протекает 782 водотока, общей протяженностью 2683,8 км, находится 88 малых озер общей площадью 51,6 км<sup>2</sup>. Гидрографическая сеть района принадлежит к региональным бассейнам стока озер Воже и Кубенское, а также реки Вага. Разнообразие водных объектов и их принадлежность к разным бассейнам стока создают благоприятные условия для обитания многих видов. В составе рыбного населения водоемов и водотоков Вожегодского района 24 вида рыб из 8 отрядов и 12 семейств [1-2]. Однако не все виды рыб могут потенциальными объектами любительского рыболовства. Некоторые из них (нельма, подкаменщик обыкновенный, сиг, ряпушка) занесены в Красную книгу Российской Федерации и Вологодской области и их лов запрещен. Другие виды (снеток, семга, пескарь) имеют низкую численность, а третьи (гольян, усатый голец, колюшка девятииглая) – небольшие размеры. Потенциальными объектами лова могут быть окунь, плотва, лещ, щука, судак, налим, язь, густера, ерш, елец, хариус, карась.

Опрос жителей Вожегодского района показал, что наиболее посещаемыми рыбаками-любителями являются озера Воже, Долгое, Коргозеро, реки Вожега, Чужга, Кубена, Пунема. Привлекательность водного объекта с точки зрения любительского лова рыбы определяется, с одной стороны, его высокими рыбными запасами, а с другой стороны, транспортной доступностью. При этом наиболее крупный водоем района озера Воже посещают жители близлежащих населенных пунктов, а также население районного центра – поселка Вожеги. Жители населенных пунктов, расположенных по берегам других рек и озер, как правило, осуществляют лов рыбы на близлежащих водных объектах. В качестве орудий лова используются поплавочная удочка, спиннинг, зимние удочки с балансиrom или мормышкой, жерлицы. Средний уловов на рыбака за один день составил 2-3 кг.

В составе уловов любительскими орудиями рыболовства на озерах Воже и Долгое, реках Вожега, Кубена, Чужга, Укма, Пунема отмечено 8 видов рыб – судак, щука, лещ, окунь, плотва, елец, язь, ерш. Наиболее богатыми по видовому составу (7 видов) были уловы рыб на реке Вожега, а бедными (3 вида) – в реках Кубена и Пунема. В структуре уловов по численности в большинстве водных объектах преобладал окунь, доля которого составила 60-80%. Значительную долю также составляют на озере Воже лещ и судак, на реке Вожега – плотва, язь и елец, на реке Иксама – язь и щука, на озере Долгом – щука.

Видовой состав уловов отличался в зависимости от применяемых орудий рыболовства. На зимнюю удочку с мормышкой попадались окунь, плотва, щука, елец, ерш, лещ, на зимнюю удочку с балансиrom – окунь и щука, на летнюю поплавочную удочку – окунь, плотва, язь, лещ, на спиннинг – судак, щука, окунь, лещ и язь.

Таким образом, богатый и разнообразный водный фонд Вожегодского района предопределили интенсивное развитие любительского лова рыбы. Наиболее посещаемыми рыбаками-любителями являются крупные объекты района – озеро Воже, реки Вожега и Кубена. В структуре уловов любительскими орудиями рыболовства значительно доминирует окунь. Наиболее разнообразный по видовому составу вылов зимней удочкой с мормышкой.

1. Борисов, М.Я. Современное состояние рыбной части сообщества реки Вожеги Вологодской области /М.Я. Борисов // Вестник Поморского университета. Серия «Естественные и точные науки». – 2006. – №3. – С. 21-26.

2. Борисов, М.Я. Изменение рыбного населения озера Воже как индикатор климатических условий /М.Я. Борисов // Индикация пространственной вариабельности мезоклимата водосборов таежной зоны. Тематический сборник. – Вологда: ВГПУ, 2010. – С. 130-141.

## ВЛИЯНИЕ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИХ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯЧМЕНЯ ОБЫКНОВЕННОГО

*А.С. Голубева*

*Н.А. Зейслер, научный руководитель, ст. преподаватель*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Ячмень является ценной зернофуражной и пищевой культурой. В структуре посевов на территории Вологодской области ячмень занимает площадь 74 тыс. га, при этом средняя урожайность составляет 23,4 ц/га. Один из путей повышения валового сбора зерна без расширения посевных площадей – использование современных регуляторов роста в составе баковых смесей. В XX в. была установлена способность кремния образовывать биологически активные соединения силатраны, которые при поступлении в живые организмы оказывают регулирующее влияние на важнейшие метаболические процессы. На основе силатранов разработан ряд регуляторов роста и развития растений, которые отличаются эффективностью, технологической простотой получения, доступностью исходного сырья.

Целью работы являлось изучение влияния кремнийорганических (силатрановых) регуляторов роста на биологическую и хозяйственную продуктивность ячменя обыкновенного. Исследования проводились на учебно-опытном поле ВоГУ в условиях полевого мелкоделяночного опыта. Объектом исследования являлся районированный в Вологодской области сорт ячменя обыкновенного «Выбор». Поводили предпосевную обработку семян и опрыскивание растений в фазу кущения. Использовали препараты «Черказ-1» (1-хлорэтилсилатран), «Черказ-2» (хлорвинилсилатран), «Энергия» (4-хлорметилсилатран), «Мивал» (1-хлорметилсилатран) и экспериментальные препараты, представляющие смеси 1-этилсилатрана и крезацина в различном соотношении (Ч-4, Ч-9, Ч-11). Контрольные растения обрабатывали водой. Определяли морфометрические показатели, структуру урожая (озерненность, массу зерна с растения, массу 1000 зерен).

Анализ зерновой продуктивности показал, что масса зерна с растения возрастала после предпосевной обработки препаратами «Черказ-1» и «Черказ-2». Использование регуляторов «Мивал» и «Черказ-4» приводило к снижению данного показателя.

Интересно отметить, что обработка кремнийорганическими препаратами приводила к изменению, как числа зерновок, так и массы 1000 зерен. При обработке регуляторами «Черказ-1» и «Мивал» озерненность увеличивалась, а масса 1000 зерен уменьшалась. При использовании препарата «Энергия» на-

блюдалась противоположная закономерность: возрастала крупность зерна при снижении озерненности растения.

Таким образом, обработка препаратами «Черказ-1» и «Черказ-2» привела к росту зерновой продуктивности через увеличение количества зерен на растении. Снижение массы зерна с растения, как правило, наблюдалось из-за измельчания зерна.

Кроме того, проводили опрыскивание растений ячменя на стадии кущения. В результате у большинства вариантов наблюдалось снижение урожайности. При этом зерновая продуктивность увеличивалась при обработке регуляторами «Черказ-1», «Черказ-2» в концентрации 75 мг/л и «Черказ-11» (2мл/л).

Снижение урожайности ячменя при опрыскивании на стадии кущения можно объяснить значительным увеличением площади фотосинтезирующей поверхности и, как следствие, удлинением периода вегетации. Это привело к замедлению оттока веществ в генеративные органы растений и снижению урожайности.

Интересно отметить, что при опрыскивании препаратами «Мивал», «Крезацин», «Черказ-1» и «Черказ-11» наблюдалось увеличение крупности зерновок, при обработке «Черказом-1», «Черказом-2» и «Черказом-11» – озерненности растения.

К снижению всех показателей привела обработка регуляторами «Черказ-4», «Черказ-9» и «Черказ-11» в концентрации 0,5 мл/л. Кроме того, наибольший рост продуктивности наблюдался при использовании препаратов «Черказ-1» и «Черказ-11» в более высокой концентрации, а «Черказа-2» – наименьшей.

Сравнение способов обработки данными регуляторами роста показало, что при опрыскивании в основном происходит увеличение биологической продуктивности, а при предпосевной обработке – урожайности растения.

Таким образом, регуляторы роста оказали значительное влияние на биомассу растений и зерновую продуктивность. При этом наибольшей эффективностью отличались препараты «Черказ-1», «Черказ-2» и «Черказ-11», содержащие этил- и винилпроизводные силатранов.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИХ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА КАК НОВОГО КЛАССА РЕГУЛЯТОРНЫХ ВЕЩЕСТВ

*Д.М. Гузакова*

*Н.А. Зейслер, научный руководитель, ст. преподаватель  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Кремний является биофильным элементом, участвующим в ряде физиологических и биохимических процессов. Кремний участвует в метаболизме фосфора и в липидном обмене, а также в поддержании своего равновесия с кальцием, которое тесно связано с процессами старения организма. В растительных и животных тканях Si находится в виде водорастворимых соединений типа ортокремниевой кислоты, ортокремниевых эфиров, а также в форме нерастворимых минеральных полимеров и кристаллических примесей. Между тем, в почве большая часть кремния находится в составе малорастворимых соединений недоступных растениям.

Кремнийорганические соединения подразделяются на следующие группы: производные силанов (гидридов кремния); силазаны, содержащие связь кремний-азот; силоксаны (силиконы) – вещества со связью кремний-кислород и силатраны - циклические эфиры ортокремниевой кислоты, содержащие азот в эфирной группировке. Силатраны нашли использование в сельском хозяйстве для повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

В связи с этим были проведены эксперименты по влиянию силатранов на рост и продуктивность овса посевного (*Avena sativa* L.). В качестве объекта исследования использовали овес посевной сорта «Фухс» немецкой селекции, районирован в Вологодской области с 1994 года. Эксперимент проводился на территории УОП ВоГУ. Растения выращивали в условиях полевого мелкоделяночного опыта. Для исследования влияния силатранов обработку растений проводили 2 способами (предпосевная обработка семян и опрыскивание растений в фазу кущения). Использовали препараты «Черказ-1» (1-хлорэтилсилатран), «Черказ-2» (хлорвинилсилатран), «Энергия» (4-хлорметилсилатран), «Мивал» (1-хлорметилсилатран) и экспериментальные препараты, представляющие смеси 1-этилсилатрана и крезацина в различном соотношении (Ч-4, Ч-9, Ч-11). Контрольные растения обрабатывали водой. Изучали морфометрические и фотосинтетические показатели, структуру урожая, продолжительность вегетационного периода.

После предпосевной обработки семян силатранами наблюдалось увеличение морфометрических показателей на 11-16% вне зависимости от природы действующего вещества.

Однако после опрыскивания растений на стадии кущения проявились отличия в действии препаратов. Так, в варианте с хлорметилсилатранами наблюдалось некоторое снижение сухой массы растения на фоне сохранения остальных показателей. Наибольший эффект вызвала обработка хлорэтилсилатранами, увеличение биомассы составляло до 28,5 %.

Важно отметить, что при опрыскивании реакция растений практически не зависела от концентрации раствора, тогда как при предпосевной обработке наибольший эффект был получен при использовании менее концентрированных растворов.

Сравнение способов обработки показало, что в обоих случаях наблюдается увеличение биологической продуктивности, что проявляется в приросте биомассы, усилении процессов кущения. Данная закономерность в большей степени проявилась при опрыскивании растений. При этом значительное увеличение биологической продуктивности привело к снижению урожайности.

Хлорэтилпроизводные при опрыскивании растений показали больший ростстимулирующий эффект по сравнению с хлорметилпроизводными. Кроме того, большую эффективность проявили комбинированные препараты.

Таким образом, соединения кремния могут быть как биологически активными, так и инертными веществами. Биологической активностью отличаются вещества класса силатранов. Арилпроизводные силатранов являются крайне токсичными, алкил- и алкоксипроизводные оказывают стимулирующий эффект на метаболизм растений и животных.

Спектр полезного биологического действия некоторых силатранов, отсутствие у них в широком диапазоне концентраций и доз токсического эффекта на живые организмы и при этом легкая биodeградация в воде, почве и организмах растений и животных позволяют рекомендовать их как экологически безвредные средства защиты растений.

## **НАПРАВЛЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВЕРТИКАЛЬНОГО ОЗЕЛЕНЕНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ (НА ПРИМЕРЕ ВОЛОГДЫ)**

***Н.Ф. Иванова***

***Е.Ю. Бахтенко***, научный руководитель, д-р биол. наук, доцент

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Работа посвящена исследованию использования приемов вертикального озеленения в благоустройстве городской среды Вологды. Для решения проблемы озеленения городов необходим поиск новых способов возвращения

природных комплексов в структуру города [1]. В задачи работы входило определение классификации способов вертикального озеленения, анализ ассортимента растений, составление и анализ списка рекомендованных цветочно-декоративных растений для вертикального озеленения, разработка малых архитектурных форм (МАФ) для вертикального озеленения города.

В работе проведена классификация способов вертикального озеленения: озеленение вертикальных поверхностей, контейнерное, объемными фигурами. Классификация основана не только на способах декорирования поверхностей, но и с учетом использования определенных групп растений. Так, для озеленения вертикальных поверхностей, как правило, применяют различные виды лиан. При контейнерном озеленении подходят ампельные растения для декорирования контейнеров различных форм. При использовании объемных фигур ассортимент зависит от задуманной композиции, но, как правило, применяют растения, используемые в горизонтальном озеленении.

В последние годы в благоустройстве г. Вологды вертикальное озеленение используется шире. Возросло применение контейнеров с использованием МАФ, получило распространение озеленение объемными фигурами. Вместе с тем ассортимент растений остается достаточно ограниченным. Из лиан в городе используется только девичий виноград в композиции на пл. Революции. При контейнерном озеленении с использованием МАФ в основном применяют различные сорта петунии. При создании объемных фигур распространение получили такие цветочно-декоративные растения как овсяница, бегония, бархатцы, цинерария.

Растения при вертикальном озеленении нуждаются в большем уходе, чем аналогичные виды растений, посаженные в открытый грунт. Им требуются более частый полив и регулярная обрезка. Поскольку им предстоит развиваться в ограниченном количестве субстрата, особые требования предъявляются к его качеству: он должен быть достаточно влагоемким и богатым питательными веществами. В объемных фигурах необходима несущая плодородная основа, которая не должна осыпаться под действием ветра и дождя. В условиях контейнерного выращивания растения должны быть засухоустойчивыми и ветроустойчивыми, газо- и пылеустойчивыми, сохранять декоративность в загрязненной городской среде. Кроме того, растения должны достаточно легко размножаться, поскольку их нужно выращивать в промышленных масштабах.

Анализ практики вертикального озеленения позволяет расширить перечень видов цветочно-декоративных растений для вертикального озеленения. Подбор ассортимента растений осуществлялся с учетом специфики опорных конструкций и проблем ухода в городской среде (табл.).

Таблица

**Подбор ассортимента цветочно-декоративных растений  
для вертикального озеленения**

Способы озеленения	Ассортимент	Особенности ухода
1. Вертикальные поверхности	Лианы, прикрепляющиеся к опоре с помощью воздушных корней (гортензия ползучая)	Весьма теневынослива, предпочитает увлажненную почву
	Лианы, цепляющиеся за опору черешками листьев или самими листьями (виноград амурский, клематисы)	-очень зимостойкая кустарниковая лиана -зимостоек, после подмерзания быстро восстанавливается
	Лианы, охватывающие опоры стеблями, поднимающиеся вверх по спирали (актинидия коломикта, лимонник китайский, жимолость каприфоль)	Устойчивы к морозам, теневыносливы, к почве не требовательны. Подмерзающие зимой побеги быстро восстанавливаются
2. Контейнерное озеленение. Ампельные формы	дихондра серебристая, вербена ампельная гибридная, лаурентия осевая, калибрахоа барвинок малый	Размещать в местах с достаточным освещением, проводить своевременные подкормки и поливы, укорачивать свешивающиеся побеги до нужной длины (при необходимости). Необходимость прополки ограничена.
3. Озеленение объемными фигурами. Почвопокровные формы	вербейник монетчатый, ясколка войлочная, живучка ползучая, гипсофила ползучая	Растения не требовательны к условиям выращивания, относительно быстро разрастаются, многие засухоустойчивы, обладают значительными потенциальными возможностями использования в озеленении.

В результате проведенной работы установлена перспективность вертикального озеленения для городов, что позволяет внести разнообразие и дополнить облик города. Даны предложения по расширению использования ассортимента растений с учетом экологических особенностей видов, варианты использования новых малых архитектурных форм для вертикального озеленения.

1. Маслов Н.В. Градостроительная экология: учеб. пособие для строит. вузов / Н.В. Маслов; Под ред. М.С. Шумилова. – Москва : Высш. шк., 2002. – 284 с.: ил.

## КОРМОДОБЫВАЮЩАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СЕРОЙ ВОРОНЫ В Г. ВОЛОГДЕ

*Т.А. Карпова*

*А.А. Шабунев, научный руководитель, канд. биол. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

В Вологодской области среди 265 видов птиц, зарегистрированных в пределах региона, серая ворона является обычным, широко распространенным видом, активно заселяющим антропогенные территории. Почти повсеместно численность серой вороны высокая, часто они занимают одно из доминирующих положений в сообществах птиц. При этом птицы активно приспосабливаются к новым условиям среды, у них меняются поведенческие реакции. В Вологодской области серые вороны практически не изучены. По городу Вологде отмечается их высокая численность и роль в формировании санитарно-эпидемиологической ситуации [1].

Целью работы было изучение способов добычи пищи серой вороной в городских условиях на примере г. Вологды.

Сбор материала по теме исследования проводился в 2013 – 2015 годах. Классификация кормовых методов и фиксация материала проведены по методике А.Г. Резанова [2]. Основные наблюдения сделаны в г. Вологде на трёх участках, различающихся характером застройки территории и растительности, транспортной сетью, водоёмами и другими условиями: Советский проспект, проспект Победы, улица Ленинградская. Всего по каждому из участков пройдено по 5 раз, зарегистрированы все кормящиеся на них серые вороны. Для сравнения проведены наблюдения за кормлением серых ворон в июне 2014 г. в д. Топорня (Кирилловский р-н) и на территории Учебно-спасательного центра МЧС и у д. Гневашевская (Вытегорский р-н). Всего зарегистрировано 118 фактов кормления серых ворон.

В ходе наблюдений за кормодобывающей деятельностью серой вороны выяснено, что в городских условиях основными местами кормления являются газоны, мусорные контейнеры, деревья. У серой вороны явно преобладают кормовые методы «наземной» группы, доля которых составляет 87%. В этих случаях кормящаяся птица находится на земле, дереве или кустарнике. В г. Вологде серая ворона преимущественно добывает пищу наземным методом способом собирательства (до 61% от всех способов добычи пищи). При типично наземной кормежке корм берется как с поверхности, так и из толщи грунта, с использованием отбрасывания посторонних предметов (листья и пр.), зондирования, разрывания, долбления или после прохождения техники (при обработке земли, при сгребании мусора на свалках). Ворона отличается сравнительно мощным и крепким клювом, и поэтому она нередко использует его для выдалбливания

вмерзших в лед пищевых объектов. Регулярно серые вороны используют выжидание корма (11%), особенно в местах подкормок птиц, на остановках общественного транспорта, вблизи мест отдыха людей. Места кормления и кормовые методы различаются по сезонам. В осенне-зимний период основной метод добычи пищи – наземный поиск, чаще всего у контейнеров и в контейнерах. Это связано с недостатком пищи и более жесткими условиями (дождь, снег, низкие температуры и др.). В весенне-летний период разнообразие кормов значительно больше и преобладают поиск на поверхности почвы и деревьях.

В разных населенных пунктах поведение ворон различается. В д. Топорня также основными кормовыми методами являются наземные (84%) – поиск пищи на помойках, на земле. Зарегистрированы случаи кормления на лету (12%) – ловля крупных насекомых. В Вытегорском районе, вероятно, в силу неблагоприятных погодных условий (регулярные дожди, ветер) отмечены только методы наземной группы.

Наблюдения за реакцией птиц на человека во время питания показали, что они ведут себя осторожно и соблюдают некую дистанцию, т. е. предпочитают держаться на расстоянии от людей. При этом в городе серые вороны подпускают человека значительно ближе, чем в сельской местности. В сельской местности врановые в летний период регулярно добывают корм на полях, по берегам рек и ручьев, т.е. относительно вдали от человека. В зимний период вороны питаются преимущественно на помойках, т. к. зимой в окрестностях населенных пунктов очень мало источников пищи.

Таким образом, в ходе наблюдений выяснено, что в большинстве случаев серые вороны в населенных пунктах используют кормовые методы «наземной» группы, при этом в значительных количествах кормятся на мусорных контейнерах, помойках, в местах скопления людей. Необходимо подчеркнуть, что основные корма серой вороны – пищевые отходы, которые она разыскивает повсеместно. В связи с этим необходимо проводить работы по снижению доступных для ворон пищевых ресурсов.

1. Шабунов, А. А. Синантропные птицы в Вологде и их роль в формировании паразитарных очагов [Текст] / А. А. Шабунов // Паразитологические проблемы больших городов: тез. докл. Второго совещания по теме «Окружающая среда и проблемы паразитарного загрязнения». – Санкт-Петербург, 1996. – С. 111–112.

2. Резанов, А. Г. Метод цифрового кодирования и оценка разнообразия кормового поведения птиц (на примере *Corvus cornix* и *C. corone*) [Текст] / А. Г. Резанов // Достижения и проблемы орнитологии Северной Евразии на рубеже веков: Тр. Международной конференции «Актуальные проблемы изучения и охраны птиц Восточной Европы и Северной Азии». – Казань: Магариф, 2001. – С. 337–353.

## ОСОБЕННОСТИ СОСТОЯНИЯ ПОПУЛЯЦИИ БАБОЧКИ МНЕМОЗИНЫ (LEPIDOPTERA, PAPILIONIDAE) НА ТЕРРИТОРИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА "РУССКИЙ СЕВЕР»

*В.Н. Кирьянова*

*Ю.Н. Белова, научный руководитель, канд. биол. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Национальный парк «Русский Север» - одна из крупнейших ООПТ федерального уровня на территории Вологодской области. Мнемозина - это вид, который в настоящее время охраняется во многих странах Европы [1], в России и Вологодской области. Сохранение биоразнообразия - одна из глобальных экологических проблем современности. Поэтому изучение особенностей популяций редких и уязвимых видов животных на локальном и региональном уровне является необходимым условием для их сохранения. Некоторые особенности вида определили то, что, мнемозина является уязвимым видом и встречается локально, формируя субпопуляции. В Вологодской области изучение мнемозины ранее не предпринималось.

Таким образом, целью нашего исследования был анализ данных о распространении мнемозины и ее кормового растения на территории парка, а также характеристика морфологической изменчивости имаго.

Работы проводились с 2012 по 2014 гг., с конца апреля до начала июля. Наблюдения за мнемозиной в разные годы проводились с интервалом от 1 до 14 дней. Имаго отлавливались сачком, проводилось определение пола, длины тела и переднего крыла, после чего животное отпускали. Исследования проводились на 5 площадках, изолированных друг от друга на 30-40 км. Это позволяет предположить, что между этими территориями обмен имаго затруднен и изученные нами бабочки принадлежат к разным субпопуляциям. За период исследований было зарегистрировано около 27 личинок и 201 имаго.

Большинство местообитаний, в которых была встречена бабочка, являются вторичными, они сформировались в результате сведения коренных еловых лесов, а также после мелиоративных работ, проведенных на верховых болотах. Анализ численности мнемозины на протяжении трех лет на 5 площадках показал, что наибольшая активность и численность бабочек регистрировались в 2014 году. Наибольшая динамическая плотность бабочек (число бабочек, которые регистрировались на 100 м<sup>2</sup> за 30 минут) на протяжении всего периода наблюдений была отмечена на материковом злаково-разнотравном лугу, прилегающем сероольшатнику в пойме реки Пидьма.

Также нами были проведены исследования плотности популяции хохлатки плотной на участках, прилегающих к местообитаниям бабочек. Выявлено,

что наибольшая плотность кормовых растений личинок мнемозины отмечается в сероольшанике снытево-крапивном в пойме реки Пидьма. Нами проведен учет плотности растений с повреждениями листогрызущих беспозвоночных. С высокой долей вероятности можно предположить, что эти повреждения нанесены личинками мнемозины. Наибольшее число поврежденных растений отмечено во второй декаде мая, то есть в период активного питания и роста личинок перед их окукливанием.

Сопоставление данных, характеризующих численность имаго мнемозины и плотности хохлатки показало, что оба параметра максимальное значение имеют на участке долины р. Пидьма в окр. д. Чистый Дор.

Проведен анализ половой структуры субпопуляций мнемозины на учетных площадках. Результаты показывают значительное преобладание по численности самцов над самками, что связано с их поведенческой особенностью. Проведено изучение морфологической изменчивости мнемозины на территории парка на примере самцов. На всех изученных площадках субпопуляции мнемозины слабо различаются по показателям длины тела и переднего крыла у самцов, при этом параметры крыла соответствуют видовой норме [2].

1. Конвенция о биологическом разнообразии [Электронный ресурс] // United Nations – Treaty Series. – 1993. – Vol. 1760, I-30619. – P. 199 – 225. – Режим доступа: [http://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/pdf/biodiv.pdf](http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/pdf/biodiv.pdf) (дата обращения: 01.04.2014)

2. Коршунов, Ю. П. Булавоусые чешуекрылые Северной Азии / Ю. П. Коршунов. – Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2002. – 419 с.

## **ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА СОДЕРЖАНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В САБЕЛЬНИКЕ БОЛОТНОМ**

*Н.С. Клепикова*

*Е.Ю. Бахтенко, научный руководитель, д-р биол. наук, доцент  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Для того чтобы контролировать рост сорной растительности, железные дороги реализуют программы подавления способности семян к прорастанию, ликвидацию проросших растений и регулируют высоту деревьев и кустов. При этом используют в основном гербициды. Сначала проводится распыление на ширине пути и в прилегающей зоне гербицид, препятствующий появлению проростков, а затем обработка послевсходовым гербицидом, уничтожающим всходы, которые не были уничтожены в результате предвсходовой обработки.

В связи с этим были исследованы одновозрастные ценопопуляции сабельника болотного (*Сomaгum palustre* L.) на территории Парка Мира г. Вологды, располагающиеся на различном расстоянии от железной дороги. Ценопопуляция 1 (ЦП 1) – осоково-сабельниковая ассоциация, на заболоченном лугу, располагается на расстоянии 250 м от железной дороги (площадь 62 кв.м., исследуемая площадь 5×6м). Ценопопуляция 2 (ЦП 2) – рогозово-сабельниковая ассоциация, находящаяся на низинном болоте, расположенная на расстоянии 15 м от железной дороги (площадь 480 кв.м., исследуемая площадь 5×10м).

В растениях двух ценопопуляций определяли содержание фенольных соединений (сумма растворимых фенольных соединений – СФС, флаваны, флаванолы) и оценивали морфометрические показатели.

Интерес к исследованию фенольных соединений не случаен. Фенольные соединения являются распространенными в растениях веществами вторичного происхождения, выполняющими разнообразные функции и определяющими лекарственные свойства. Они обеспечивают окраску, являются регуляторами ростовых процессов, проявляют антиоксидантную активность. Имеются данные о защитной функции фенольных соединений.

Установлено, что растения, произрастающие в популяции в непосредственной близости с железной дорогой (ЦП 2), характеризовались угнетенным ростом по сравнению с растениями ЦП 1 (табл. 1). Кроме того, растения ЦП 2 быстрее переходили к цветению.

В органах сабельника проводили определение содержания фенольных соединений в зависимости от стадии вегетации. Согласно полученным данным, растения, произрастающие около железной дороги (ЦП2), характеризовались повышенным содержанием фенольных соединений по сравнению с условно-фоновой популяцией (ЦП1) в надземных и подземных органах (табл. 2). В большей степени это проявляется в листьях.

В целом для двух ценопопуляций сохраняется одинаковая динамика содержания фенольных соединений. Общая сумма растворимых фенольных соединений возрастает к фазе плодоношения и снижается в фазу увядания. При этом в листьях максимум содержания СФС отмечается в фазу вегетации и фазу цветения, а для корневища максимум характерен в фазу плодоношения.

Таблица 1

### Морфометрические показатели растений сабельника болотного

Показатели	Ценопопуляция 1		Ценопопуляция 2	
	2013	2014	2013	2014
Высота стебля, см	68,6 ± 0,9	59 ± 1,6	48,4 ± 1,4	42,7 ± 1,2
Число листочков в сложном листе, шт.	6 ± 1	6 ± 1	5 ± 1	6 ± 1
% цветущих растений	30%	60%	90%	75%
Длина листовых пластинок, см	15,1 ± 2,2	13,5 ± 0,7	10,4 ± 1,6	10,15 ± 0,6
Ширина листовых пластинок, см	17,5 ± 1,9	19 ± 0,8	14,3 ± 1,6	15 ± 0,6

Таблица 2

**Содержание фенольных соединений в растениях сабельника  
болотного разных ценопопуляций (мг/г сухой массы)**

Группа фенольных соединений	Часть растения	Ценопопуляция 1		Ценопопуляция 2	
		2013	2014	2013	2014
СФС	Подземное корневище	16,0 ± 1,2	21,4 ± 0,7	16,7 ± 1,7	23,5 ± 0,2
	Надземное корневище	15,3 ± 0,5	16,5 ± 0,4	16,7 ± 0,4	23,4 ± 0,5
	Листья	17,2 ± 0,7	15,7 ± 0,4	30,7 ± 1,3	23,8 ± 0,2
Флаваны	Подземное корневище	47,3 ± 1,3	25,56 ± 0,2	48,2 ± 0,5	37,9 ± 0,6
	Надземное корневище	45,7 ± 1,3	41,3 ± 0,3	46,3 ± 1,4	43,8 ± 0,3
	Листья	5,5 ± 0,4	3,7 ± 0,1	7,7 ± 0,6	5,5 ± 0,03
Флаванолы	Подземное корневище	0,2 ± 0,02	0,5 ± 0,07	0,2 ± 0,04	0,6 ± 0,06
	Надземное корневище	0,5 ± 0,01	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,02	0,32 ± 0,0
	Листья	7,1 ± 0,3	6,6 ± 0,3	8,8 ± 0,8	8,9 ± 0,04

Преобладающей группой фенольных соединений в корневищах сабельника являются флаваны, а в листьях – флаванолы.

В фазу цветения и плодоношения отмечается возрастание фенольных соединений в соцветиях и плодах, что и обуславливает их малиновую окраску. Тенденция к увеличению фенольных соединений в ЦП2 сохраняется.

Таким образом, растения сабельника, подвергшиеся действию гербицидов, отличаются снижением роста и ускоренным развитием, что наблюдается на фоне увеличения содержания фенольных соединений. Активный синтез фенолов группы флавоноидов (флаваны, флаванолы), видимо, связан с защитными функциями данных соединений. Увеличение содержания фенолов по сравнению с условно фоновой популяцией выступает, вероятно, как адаптационный механизм произрастания в данных условиях.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ХЛОРХОЛИНХЛОРИДА ДЛЯ ДЕПОНИРОВАНИЯ КАЛЛУСНЫХ КУЛЬТУР ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

*А.Н. Кривелева*

*Т.И. Дитченко, научный руководитель, канд. биол. наук, доцент*

Белорусский государственный университет

г. Минск

Сохранение биологического разнообразия – одна из важнейших задач в деле охраны природы, которой уделяют большое внимание во всем мире. Генофонд растений можно сохранять как в естественных, так и искусственных условиях с помощью разных подходов. Надежность способов хранения гено-

фонда зависит от вида растения и сохраняемости материала (семена, вегетативная форма ткани, искусственные посадки), а также методов обработки и/или подготовки материала для хранения.

К традиционным способам сохранения генофонда относят заповедники, ботанические сады, коллекции семян растений, каждый из которых не лишен недостатков. Так, заповедники не дают полной гарантии сохранения всех видов растений, произрастающих на их территории. В ботанических садах обычно сохраняются только определенные виды растений или отдельные их представители. Из существующих способов сохранения генофонда высших растений наиболее простым является хранение семян. Однако данный метод неприменим к тем видам растений, чьи семена не выдерживают длительного хранения. В частности, к ним относятся древесные растения, сохранение генофонда которых осуществляется в виде искусственных посадок, что требует значительных площадей и регулярного ухода. У некоторых видов растений рекомбинации, возникающие при развитии семян, могут привести к нарушению ценных комплексов генов, накопленных в течение длительного времени. В связи с этим возникает необходимость в длительном хранении живой ткани в вегетативной форме.

В последние десятилетия для решения указанной проблемы предложены биотехнологические подходы, включающие методы культивирования растительных клеток и тканей *in vitro*. Клетки «вне организма» можно сохранять как в живой пересадочной коллекции, так и депонировать либо хранить при низких и сверхнизких температурах (в жидком азоте). Благодаря способности к тотипотентности культура растительных клеток представляет собой эффективное средство сохранения генофонда вида, а в случае лекарственных растений – уникальных генотипов штаммов-продуцентов.

Депонирование культур растительных клеток и тканей, т.е. сохранение коллекций без частых пересадок, можно обеспечить с помощью нескольких методических приемов: снижения температуры культивирования до 4-10°C, создания условий гипоксии, добавления в питательную среду соединений, способных замедлять рост. В качестве таких регуляторов выступают осмотические агенты (маннит, сорбит, сахароза в повышенных концентрациях) или вещества гормональной природы (абсцизовая кислота, гидразид малеиновой кислоты, хлорхолинхлорид и др.). Целью настоящей работы явилось исследование эффектов хлорхолинхлорида на показатели прироста биомассы культур клеток лекарственных растений.

Объектами исследований служили длительно культивируемые *in vitro* каллусные ткани алтея лекарственного (*Althaea officinalis* L.), эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea* (L.) Moench), шалфея лекарственного (*Salvia officinalis* L.). Для выращивания каллусных культур использовалась питательная среда по прописи Мурасиге и Скуга с добавлением фитогормонов. Хлорхо-

линхлорид добавляли в предварительно проавтоклавированные питательные среды в условиях ламинар-бокса. Стерилизацию растворов исследуемого гормонального эффектора проводили с помощью фильтрации через стерильные шприцевые фильтры. Культивирование каллусных тканей в присутствии разных концентраций хлорхолинхлорида в питательной среде осуществлялось в темноте при 25°C. Продолжительность ростового цикла составляла 28-30 сут. Все эксперименты выполнены в 3-кратной повторности.

В результате проведенных исследований получены концентрационные зависимости воздействия хлорхолинхлорида на удельную скорость роста и время удвоения биомассы каллусных культур алтея лекарственного (*Althaea officinalis* L.), эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea* (L.) Moench), шалфея лекарственного (*Salvia officinalis* L.). Установлено, что наиболее выраженные эффекты ингибирования ростовой активности в присутствии хлорхолинхлорида отмечались для каллусной культуры алтея лекарственного. Так, начиная с концентрации  $10^{-6}$  моль/л исследуемый регулятор роста вызывал достоверное снижение удельной скорости роста по сравнению с контролем. В самой высокой из испытанных концентраций  $10^{-4}$  моль/л хлорхолинхлорид более чем в 3 раза замедлял прирост биомассы данной культуры. В случае каллусов шалфея лекарственного при действии указанной концентрации ингибирующий эффект составлял в среднем 2 раза относительно контроля. В наименьшей степени хлорхолинхлорид индуцировал лимитирование роста каллусной культуры эхинацеи пурпурной. При этом следует отметить, что среди исследуемых культур лекарственных растений данная культура изначально характеризовалась более медленным ростом *in vitro*.

Полученные данные свидетельствуют, что хлорхолинхлорид способен эффективно ингибировать рост активно пролиферирующих каллусных тканей, что может быть использовано для депонирования культур клеток интродуцированных в условиях Беларуси видов лекарственных растений. Установленные закономерности будут также использованы при анализе продукции биологически активных веществ исследуемыми каллусными культурами под действием хлорхолинхлорида с целью их биотехнологического применения в качестве продуцентов фитопрепаратов с иммуностимулирующей, антиоксидантной, антибактериальной активностями.

## ФЛОРИСТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АКЦИИ «ЦВЕТУЩИЙ ГОРОД» В ЧЕРЕПОВЦЕ

*А.С. Лешукова*

*А.Б. Чхобадзе*, научный руководитель, ст. преподаватель  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

За почти 200-летнюю ботаническую историю Вологодской края было выполнено мало исследований, посвящённых изучению флоры культурных растений. При этом актуальность такого рода работ высока, так как для области существует реальная угроза возникновения инвазий видов, которые изначально были привезены сюда как вполне безобидные культивары и интродуценты.

Согласно публичных документов 2011–2015 годов, относящихся к муниципальным контрактам на работы по озеленению городских территорий (цветочное оформление и уход за зелёными насаждениями), официальный ассортимент цветочно-декоративных культур, утверждённый Департаментом жилищно-коммунального хозяйства мэрии города Череповца, можно охарактеризовать как достаточно бедный. В течение пяти лет ассортимент не меняется и представлен 24 видами растений: *Ageratum houstonianum* Mill., *Alternanthera amoena* (Lem.) Voss., *Alyssum maritimum* Lam., *Antirrhinum majus* L., *Begonia semperflorens* Link et Otto, *Brassica oleracea* L., *Clarkia amoena* (Lehm.) A.Nelson et J.F.Macbr., *Dahlia pinnata* Cav. s.l., *Iresine herbstii* Hook., *Kochia scoparia* (L.) Schrad., *Lobelia erinus* L., *Perilla frutescens* (L.) Britt., *Petunia* × *atkinsiana* D.Don, *Phlox drummondii* Hook., *Pyrethrum parthenium* (L.) Smith, *Salvia splendens* Ker.-Gawl., *Sedum* sp., *Senecio cineraria* DC., *Tagetes erecta* L., *Tagetes patula* L., *Tropaeolum* × *cultorum* hort., *Tulipa* × *hybrida* hort., *Viola* × *witrockiana* Gams ex Kappert, *Zinnia elegans* Jacq. Большинство культурных растений либо однолетники, либо выращиваются как однолетники.

Кроме вышеназванных видов в озеленении Череповца используются и другие культивары и интродуценты. В ходе исследований 2013–2014 годов было выявлено, что в цветочно-декоративном оформлении центральных участков города участвуют 89 видов (цифра не окончательная, полный список включает не менее 110 видов). Это существенно больше, чем в Вологде – 73 вида [1], но тут надо учитывать, что при флористическом анализе вологодской акции «Цветущий город» брались во внимание только активно используемые в озеленении растения. Если рассмотреть череповецкую акцию в этом аспекте, то тогда число видов сократится до 40–45, что явно меньше, чем в областной столице.

Помимо культурных растений в цветочно-декоративных композициях используются аборигенные виды, как интродуцированные (сортовые), так и взя-

тые из природы. Определённый интерес представляют интродуцируемые редкие растения (ох – охраняемые, бк – требуют биоконтроля), такие как *Allium angulosum* L. (бк), *Allium schoenoprasum* L. (бк), *Campanula latifolia* L. (бк), *Campanula rapunculoides* L. (бк), *Convallaria majalis* L. (бк), *Galeobdolon luteum* Huds. (бк), *Iris pseudacorus* L. (бк), *Leymus arenarius* (L.) Hochst. (ох), *Matteucia struthiopteris* (L.) Todaro (бк), *Origanum vulgare* L. (бк), *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce (ох), используемые, как правило, в озеленении внутривортовых территорий, территорий образовательных и воспитательных учреждений, садов, скверов и мест специального назначения (кладбища и мемориальные ансамбли). Посадки редких видов в границах городских земель могут служить источником семян/плодов для дальнейшего их переноса в естественные сообщества в окрестностях Череповца. Очень примечателен случаи культивирования волоснеца песчаного (*Leymus arenarius*) на клумбе у отделения лучевой диагностики № 1 БУЗ ВО «Медсанчасть «Северсталь» (ул. Metallургов, д. 18) и на альпийской горке МАДОУ «Детский сад № 8» (ул. Рыбинская, д. 46). Этот псаммофитный амфиатлантический реликтовый вид является очень редким для области и официально охраняется [2]. Злак естественно растёт на песчаных пляжах и дюнах Онежского озера. Как растение попало в посадки выяснить не удалось.

С точки зрения инвазионного потенциала и рисков от культивирования агрессивных инородных растений акция «Цветущий город» в Череповце не отличается от аналогичной акции в Вологде [1]. Большинство используемых в посадках культиваров не способно выйти за пределы мест их выращивания. Определённые опасения вызывают лишь 8 видов – *Aster novi-belgii* L., *Campanula rapunculoides* L., *Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. et A.Gray, *Lupinus polyphyllus* Lindl., *Solidago canadensis* L., *Solidago serotinoidea* A. et D.Love, *Symphytum asperum* Lepech., *Xanthoxalis stricta* (L.) Small. Каждый из указанных видов может, при соответствующих условиях, выступить в роли растения-трансформера для определённых типов местообитаний. Люпин и окопник являются старыми «вселенцами» для флоры Вологодской области, остальные виды попали сюда относительно недавно и их биологический и экологический потенциал требует специальных исследований. Желтокислица прямостоячая и эхиноцистис не выйдут за пределы уранизированных территорий и будут осваивать нарушенные и техногенные местообитания, в том числе сорничая в цветочно-декоративных посадках и на сельскохозяйственных угодьях. Колокольчик репчатовидный будет активен в этих же местообитаниях, а также станет внедряться в опушечные экотопы и луговые экотопы, особенно суходольные. Астра ново-бельгийская проникнет на более сырые луга и в мелколиственные вторичные леса. Наибольшую опасность представляют североамериканские виды золотарника (в ряде европейских стран они приравнены к борщевикам Сосновского и Мантегацци), способные трансформировать луговые

сообщества в долинах рек и котловинах озёр, но пока такие случаи зафиксированы только в окрестностях Вологды (устное сообщение А.Н. Левашова).

1. Елисеева М. В. Вклад акции «Цветущий город» в обогащение флоры Вологды / ВГПУ: Науч. рук. А. Б. Чхобадзе. – Вологда, 2014. – Инв. № 12–14.

2. Постановление правительства Вологодской области от 24.02.2015 № 125 «Об утверждении перечня (списка) редких и исчезающих видов (внутри-видовых таксонов) растений и грибов, занесенных в Красную книгу Вологодской области».

## ФИТОПЛАНКТОН ПРИТОКОВ УСТЬЕВОГО УЧАСТКА РЕКИ КУБЕНЫ

*О.Г. Лопичева*

*Н.Л. Болотова, научный руководитель, д-р биол. наук, профессор  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Известно, что уровень развития фитопланктонного сообщества в речных экосистемах зависит как от поступления биогенов с водосбора, так и от формирования планктостока [1]. Поэтому изучение особенностей фитопланктона притоков крупной реки позволяет выявить их вклад в динамику сообществ первичных продуцентов. Это напрямую касается исследований малых притоков, которые дренируют хозяйственно – освоенные водосборы. За счет дополнительного поступления биогенных веществ происходит ускорение процессов эвтрофирования не только самих притоков, но и реки, в которую они впадают. Функционирование данной системы «притоки – река» влияет на количественные показатели фитопланктона и его структуру. Значимость планктостока для формирования фитопланктонного сообщества подтверждается и нашими исследованиями, проведенными на трех притоках крупной реки Кубены, отличающихся разной антропогенной нагрузкой.

Река Кубена, впадающая в Кубенское озеро, протяженностью 760 км, имеет обширный водосбор. Многочисленные притоки отличаются природными характеристиками и подвергаются различному антропогенному воздействию. Для наших исследований в качестве модельных водотоков были выбраны три правых притока приустьевого участка реки Кубены, которые можно ранжировать по морфометрическим характеристикам и уровню антропогенной трансформации. Так наименьшую протяженность имеет р. Петровка, протекающая по территории населенного пункта и испытывающая мощную многофакторную нагрузку. Вышележащий по течению приток Шуйгало отличается

гораздо большей протяженностью и подвергается слабому антропогенному воздействию. Следующий самый крупный приток р. Кихть можно отнести к условно фоновому водотоку, удаленному от центров хозяйственной деятельности.

Сбор материала производился в летний период 2014 года в устьевых участках притоков, что позволяет учесть интегральные показатели планктостока. Лабораторная обработка проб производилась по стандартным методикам [2].

В результате проведенных исследований для всех притоков была выявлена сходная таксономическая структура, представленная диатомовыми (Bacillariophyta), зелеными (Chlorophyta), синезелеными (Cyanophyta), эвленовыми (Euglenophyta) и криптофитовыми (Cryptophyta) водорослями. Однако, соотношение в притоках разных групп фитопланктона отличалось. В Петровке доминирующей группой являлись зеленые (51%) и субдоминантами – диатомовые водоросли (15%). В реке Шуйгало, наоборот, преобладали диатомовые (42%), а место субдоминантов занимали синезеленые водоросли (16%), которые являются индикаторами эвтрофирования. В фоновом водотоке – р.Кихть основной группой были зеленые (82%), а диатомовые водоросли составляли 15%. Наименьшие количественные показатели отмечены в реке Шуйгало, в которой средняя численность водорослей составляла 1320 тыс. кл/л, а биомасса – 0,41 мг/л. Более высокий уровень развития фитопланктона характерен для реки Петровка при численности 1840 тыс. кл/л и биомассе 0,76 мг/л, что отражает большую биогенную нагрузку. Десятикратное увеличение численности фитопланктона до 10720 тыс. кл/л при биомассе 0,72 мг/л наблюдалось в фоновом водотоке – реке Кихть, что объясняется более благоприятными условиями обитания.

Таким образом, более значимую роль в формировании планктостока реки Кубены играет наименее антропогенно трансформированный приток Кихть.

1. Ткачев, Б.П. Малые реки: современное состояние и экологические проблемы = Small rivers: state-of-the act and ecological problems: Аналит. обзор / Б. П. Ткачев, В. И. Булатов. – Новосибирск, 2002. - 114 с.

2. Методы изучения пресноводного фитопланктона: методическое руководство / А.П. Садчиков. – Москва : Изд-во «Университет и школа», 2003. – 157 с.

## МОРФОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОДКАМЕНЩИКА ОБЫКНОВЕННОГО ВОДОТОКОВ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

*О.А. Меньшикова*

*Н.Ю. Тропин, научный руководитель, ст. преподаватель  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

В последнее время усиливается антропогенное воздействие на водные экосистемы, в результате чего происходят изменения гидрологического режима, гидрохимических параметров, а также увеличение загрязнения водных объектов. Это наиболее заметно проявляется в бассейнах крупных рек, которые имеют разветвленную сеть малых водотоков. Особенно чутко реагируют на негативные изменения в водных экосистемах редкие и малочисленные виды гидробионтов, к одним из которых относится подкаменщик обыкновенный (*Cottus gobio* Linnaeus, 1758). Этот вид обитает преимущественно в малых реках, но может встречаться в озерах и водохранилищах на участках с каменистым дном. На территории Вологодской области обыкновенный подкаменщик широко распространен, но имеет низкую численность. Кроме того, данный вид внесен в Красную книгу РФ (2001) с категорией 2 как сокращающийся в численности широко распространенный вид, и в Красную книгу Вологодской области (2010) с категорией 4 как вид с неопределенным статусом в связи с недостатком данных. Поэтому особую актуальность представляют исследования морфобиологических особенностей обыкновенного подкаменщика малых водотоков бассейна р. Сухоны, где обитает значительная часть популяций этого вида.

Сбор материала по изучению морфобиологических особенностей подкаменщика проводился в 2010-2013 гг. Всего было выловлено и проанализировано 24 экземпляра рыб из разных водотоков бассейна р. Сухоны. Лов рыбы осуществлялся мальковой волокушей размером 40\*50 см и длиной 2 м с ячейей в кутке 2-3 мм. Пойманные рыбы обрабатывались по стандартным методикам. Исследование морфологических особенностей обыкновенного подкаменщика включало измерение 29 признаков [1]. Статистическая обработка полученных результатов осуществлялась с использованием программного продукта MS Excel 2007.

Бассейн р. Сухоны является одним из наиболее крупных на территории Вологодской области с общей площадью 50300 км<sup>2</sup>. К системе р. Сухоны относится 493 реки длиной 10 км и более, а также 374 водотока длиной менее 10 км. Питание и водный режим ручьев и рек обычен для водотоков восточноевропейского типа с преимущественно снеговым питанием и преобладанием весеннего стока. В целом водотоки бассейна р. Сухоны характеризуются нали-

чем разнообразных донных отложений (илистые, песчаные и каменистые), разной скоростью течения, а также вариабельностью гидрохимических показателей. В то же время преобладание среди водных объектов сухонского бассейна малых рек и ручьев с песчано-каменистым дном, высокой скоростью течения создают оптимальные условия для обитания реофильных видов рыб, в том числе и обыкновенного подкаменщика.

Проведенные исследования показали, что в уловах отмечались особи подкаменщика с длиной тела от 3,4 до 6,3 см и массой 0,66 – 6,22 г. При этом средняя длина рыб составляла 4,94 см, а масса – 2,23 г. Преобладание в уловах размерной группы длиной 4,5-5 см обусловлено спецификой водотоков.

Анализ морфометрических признаков подтвердил высокую степень индивидуальной изменчивости рыб в пределах бассейна р. Сухоны. Среди морфологических параметров в процентах от длины тела наибольшая вариабельность проявляется для антеанального и пектоцентрального расстояний. Наименьшая изменчивость была выявлена для постдорсального расстояния и ширины лба. В процентах от длины головы высокий коэффициент вариации наблюдался для длины нижнечелюстной кости, а также диаметра глаза. Среднее количество позвонков у подкаменщика составляло 29, а размах значения этого счетного признака от 27 до 34. Таким образом, согласно данным морфометрического анализа морфологическая изменчивость обыкновенного подкаменщика бассейна р. Сухона не выходит за пределы внутривидовой.

В водотоках сухонского бассейна подкаменщик встречается преимущественно на перекатах на небольшой глубине, избегая быстрого течения и участков с полным его отсутствием. В среднем рассматриваемый вид живет около 3-5 лет, достигая максимальной длины 11 см. Половое созревание рыб в водотоках бассейна наступает на 2-3 году жизни, а размножение происходит в весенне-летний период (май-июнь).

1. Правдин, И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И.Ф. Правдин – Москва : Пищевая промышленность, 1966. – 375 с.

2. Меньшикова, О.А. Правовой статус подкаменщика обыкновенного в РФ // Материалы региональной научной конференции VIII ежегодной научной сессии аспирантов и молодых ученых. В 2-х томах / Вологда : ВоГУ, 2014. – Т. 1. – С. 410-413.

## ФАУНА ШМЕЛЕЙ ЗАПАДНОЙ ОКРАИНЫ ГОРОДА ГРЯЗОВЦА (ВОЛОГОДСКАЯ ОБЛАСТЬ)

*В.С. Полякова*

*Н.С. Колесова*, научный руководитель, канд. биол. наук, доцент  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Сбор шмелей проводился на западной окраине г. Грязовца в течение двух полевых сезонов: в июле-августе 2013 и 2014 г. Всего собрано 46 особей. В населенных пунктах д. Волосатово и д. Жерноково, находящихся на расстоянии 18 и 23 км соответственно, собрано 15 особей. Также определено 40 экз. шмелей, собранных студентами во время полевой практики под руководством Ю.Н. Беловой в июне 2013 г. в д. Скородумка Грязовецкого района (15 км от г. Грязовца).

Были исследованы 3 местообитания: одно с луговой растительностью (лугово-клеверно-злаковая ассоциация) и два – с рудеральной, частично подвергающихся вытаптыванию.

Всего на западной окраине г. Грязовца было выявлено 9 видов шмелей, что составляет 27,3% фауны Вологодской области. Семь видов относятся к роду *Bombus* (шмели): *B. lapidarius*, *B. lucorum*, *B. pascuorum*, *B. veteranus*, *B. hortorum*, *B. soroeensis*, *B. ruderarius* и два – *Psityrus* (шмели-кукушки): *Ps. campestris* (клептопаразит *B. pascuorum*) и *Ps. rupestris* – *B. lapidarius*.

По классификации М.В. Березина и В.Б. Бейко [1] среди выявленных 9 видов к урботолерантам относятся пять: *B. lucorum*, *B. pascuorum*, *B. hortorum*, *B. lapidarius* и *Ps. rupestris*, наиболее пластичных и устойчивых к антропогенному воздействию, что позволяет им заселять различные биотопы. Все они имеют короткий хоботок и наибольший спектр кормовых растений. Среди урботолерантов *B. lucorum* и *B. pascuorum* имеют максимальную численность, как и в целом в Вологодской области. Урбофобами являются *B. ruderarius*, *B. veteranus*, *B. soroeensis* и *Ps. campestris*. Анализируя биотопическую приуроченность шмелей было выявлено 6 эвритопных видов (66,7%), 2 луговых (22,2%) и 1 лесной (11,1%). Преобладающее число урботолерантных и эвритопных видов свидетельствует о трансформированных условиях на исследуемой территории, а наличие двух луговых и лесного – подтверждает нахождение данных местообитаний на окраине города.

Ранее изучение фауны г. Череповца проводилось Н.С. Колесовой [2], г. Вологды – Ю.В. Журавлевой. В г. Череповец выявлено 16 видов шмелей, сходство фауны по коэффициенту Жаккара с фауной исследуемой территории составляет 62,5%, в г. Вологда – 21 вид (40,9%). Больше число видов шмелей

и малое сходство фаун сравниваемых территорий во многом связано с более длительным, мониторинговым характером исследований на них.

В д. Жерноково обнаружено 3 вида, д. Волосатово – 2, д. Скородумка – 7. Важно отметить, что в д. Скородумка было выявлено два вида, внесенных в Красную Книгу Вологодской области – *B. deuteronymus* и *B. sylvarum*.

1. Березин, М.В. Видовое разнообразие шмелей (Hemiptera, Apidae, *Bombus*) большого города (на примере Москвы) / М. В. Березин, В.Б. Бейко // Научные исследования в зоологических парках. – Москва, 1998. – Вып. 10. – С. 89–102.

2. Балукова, Н.С. Шмели (*Bombus*, *Psithyrus*) биотопов города Череповца / Н. С. Колесова // Актуальные проблемы биологии и экологии: Материалы докладов I (XIV) Всероссийской молодежной научной конференции Института биологии Коми НЦ УрО РАН / Институт биологии Коми НЦ УрО РАН. – Сыктывкар, 2007. – С. 14–17.

## ФЛОРИСТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ДОЛИННОГО КОМПЛЕКСА РЕКИ ПЕСЬ

*И.И. Рассохина*

*А.Н. Левашов*, научный руководитель, ст. преподаватель  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

В современном мире вопрос сохранения биологического разнообразия очень актуален. Решение данного вопроса не обходится без флористических исследований. Особое внимание представляют исследования, направленные на изучение разнообразия речных долин, выполняющих роль своеобразных «экологических коридоров». Они поддерживают биоразнообразие и обеспечивают возможность обмена видами между природными комплексами.

Целью данной работы является изучение флористического разнообразия долины реки Песь.

В июле 2014 года в рамках экспедиции по изучению биоразнообразия Вологодской области была исследована флора долины реки Песь. Данный водоток берет свое начало из озера Ракитское на территории Новгородской области. Река пересекает Чагодощенский район Вологодской области и впадает в р. Чагодыща в 131 км от ее устья.

На основании проведенных экспедиционных исследований составлен список, включающий 380 видов сосудистых растений. Редкими являются 54 вида (14,2%), из которых 23 подлежащих охране на территории Вологодской

области, а 31 включены в перечень редких видов, нуждающихся в биологическом контроле [1].

Обнаруженные виды относятся к 5 отделам: *Polypodiophyta* – 7, *Lycopodiophyta* – 3, *Gymnospermae* – 2, *Equisetophyta* – 4 и *Magnoliophyta* – 364 вида, и к 70 семействам, из которых лидирующее положение занимают: *Poaceae* – 39, *Asteraceae* – 35, *Rosaceae* – 26, *Caryophyllaceae* – 23, *Cyperaceae* – 20 и *Fabaceae* – 20 видов. Представляет интерес более высокое положение в спектре семейства Гвоздичные, что не характерно для флор большинства районов области. Данный факт можно объяснить наличием специфических опущечно-боровых экотопов, в которых произрастают большинство редких гвоздичных, связанных с псаммофитными местообитаниями.

Аборигенная фракция флоры составляет 357 видов (94,2%). Адвентивные виды в изучаемой флоре составили 5,8%. В целом можно сказать, что адвентивки являются непостоянным компонентом флоры, хотя некоторые могут устойчиво закрепиться на территории. Примером такого вида является ирга колосистая, образующая обширные заросли в долинном комплексе.

Важным аспектом при рассмотрении флористического разнообразия является соотношение жизненных форм. По продолжительности жизни (Серебряков И.Г.) значительно преобладают многолетние растения – 84,4%, а однолетние и двулетние представлены меньшим числом видов (11,8% и 3,8% соответственно). В составе флоры можно выделить 14 видов деревьев, 30 кустарников, 10 кустарничков и 3 полукустарника. Среди травянистых форм преобладают корневищные растения (190 видов). По расположению почек возобновления (К. Раункиер) во флоре долинного комплекса реки Песь превалируют гемикриптофиты – 209 видов. К криптофитам относится 56 видов, к фанерофитам – 45, хамефиты – 24, терофиты – 46 видов. Несколько повышенную долю криптофитов и терофитов можно объяснить преобладанием в районе исследования песчаных почв.

Отношение растений к водному режиму определяется степенью влажности местообитаний. В гидротипической структуре долинного комплекса наблюдается преобладание мезофитных видов (44,5%), при высокой доли гигрофильного (31,8%) и ксерофитного компонентов (21,9%). Такое сочетание экологических групп, свидетельствует о наличии на исследованной территории местообитаний с разным характером увлажнения.

Световой режим оказывает существенное влияние на формирование растительности. В гелиотипической структуре флоры долины доминируют гелиофиты (65%) и сциогелиофиты (23%). Гелиосциофиты и сциофиты представлены только 12%. Такое соотношение гелиоморф объясняется преобладанием светлых лесов, и большими пространствами луговых сообществ в долинном комплексе изучаемого водотока.

Почвы являются существенным фактором при составлении растительного покрова. Во флоре долины реки Песь явно преобладают мезотрофы – 59,2%, но наряду с данными видами присутствуют и олиготрофные, и мегатрофные виды (15,5% и 20,5% соответственно). Превалирование мезотрофов согласуется с основными видами почв Вологодской области (подзолистые и дерново-подзолистые), которые являются малопродуктивными.

Ядром ценофлоры растений являются европейско-азиатские виды (56,4%). Значительную часть составляют евроазиатско-американские, европейские и циркумбореальные виды (15%, 13,1% и 10,2% соответственно). Такое соотношение групп характерно для локальных флор Вологодской области.

При рассмотрении широтного аспекта, можно говорить об умеренно-бореальном характере региона. Во флоре преобладают растения, относящиеся к бореальной группе – 62,5%. Весом вклад плюризональных видов (16,8%) и южных видов: лесостепных (8,2%), неморальных и неморально-бореальных (10,8%). Широкое присутствие южных видов определяет специфику изученной флоры.

Таким образом, флора долины реки Песь типична для территории региона, но при этом имеет свои особенности. Разнообразие ее экологической структуры достигается благодаря сочетанию в долинном комплексе разных экотопов.

1. Постановление правительства Вологодской области от 24.02.2015 № 125 «Об утверждении перечня (списка) редких и исчезающих видов (внутривидовых таксонов) растений и грибов, занесенных в Красную книгу Вологодской области».

## **РАСТЕНИЯ ПЛЯЖНЫХ МЕСТООБИТАНИЙ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ: ВИДЫ БЕЛОГО ОЗЕРА**

*О.О. Ретровская*

*А.Б. Чхобадзе, научный руководитель, ст. преподаватель  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Пляж – надводная часть современной береговой зоны, находящаяся под воздействием прибойного потока и характеризующаяся наличием подвижного скопления наносов (песок, галька, мелкие валуны, торф и другие минеральные и органические материалы). Основные экологические факторы, действующие на пляжных местообитаниях, следующие: 1) регулярная волновая нагрузка (может быть очень сильной и даже разрушительной); 2) рыхлый и подвижный

субстрат; 3) малое количество органики в субстрате; 4) постоянное или временное избыточное увлажнение; 5) очень сильная инсоляция; 6) контрастный температурный режим (суточный и сезонный); 7) сильная ветровая нагрузка. Каждый из этих факторов поодиночке не является критичным, но в комплексе они создают условия крайне неблагоприятные для произрастания большинства видов растений. По-сути, пляжные местообитания – это экотоны, где большинство растений скорее выживает, чем нормально развивается. Вместе с тем, часть видов на пляжах развивается гораздо лучше, чем в иных местах в связи с отсутствием конкуренции со стороны других растений.

На территории Вологодской области ботаническое исследование пляжей проводилось давно и только один раз [2], при этом оно затронуло малое число озёр и лишь те их берега, для которых были выявлены реликтовые растительные сообщества, характерные для морских побережий. Отдельные лапидарные указания на произрастание видов по песчаным и каменистым пляжам крупных озёр и рек области можно найти в конспекте [1]. Самое интересное состоит в том, что современных отечественных публикаций по пляжной флоре найти не удалось, хотя за границей эти исследования проводятся. Актуальность такого рода работ достаточно высокая, особенно в природоохранном отношении, так как среди пляжных растений есть охраняемые и редкие виды, а некоторые растительные сообщества пляжей могут служить геоботаническими реперами для реконструкции регионального флорогенеза.

В качестве объекта исследования были взяты пляжные местообитания в окрестностях села Липин Бор (Вашкинский р-н). На Белом озере встречаются четыре типа пляжей: 1) песчаные; 2) каменистые; 3) глинистые; 4) смешанные. Кроме этого, в Вологодской области имеются торфяные пляжи. Они присутствуют в местах выхода торфа (современного или ископаемого) на прибрежных участках Рыбинского водохранилища. В результате волнового разрушения образуется торфяная крошка, которая сама по себе или в смеси с песком или глиной формирует материал, из которого слагается пляж. Иногда торфяная крошка переносится на другие места, в результате чего эти наносы смешиваются в песком или глиной. Такие пляжи выглядят как торфяные, но ими не являются. На Белом озере торфяных пляжей нет, а из вышеназванных преобладают песчаные и песчано-каменистые; собственно каменистые и песчано-глинистые (отмельные) пляжи на вашкинском участке озера редки.

В ходе полевых работ выяснилось, что в окрестностях села Липин Бор флору пляжных местообитаний составляют 59 видов высших сосудистых растений. Данный список, без сомнения, неполный, так как среди пляжных видов много растений, которые растут по берегам Белого озера эпизодически, подвержены быстрым пространственным флуктуациям или имеют специфический ритм развития и не часто попадают в поле зрения исследователя.

Поскольку выявленное видовое богатство пляжной флоры оказалось небольшим, далее приводится полный список растений в алфавитном порядке их латинских названий (наиболее часто встречающиеся (активные) виды отмечены подчёркиванием): *Acetosella vulgaris*, *Achillea millefolium*, *Agrostis capillaris*, *Alisma plantago-aquatica*, *Arenaria serpyllifolia*, *Artemisia vulgaris*, *Bidens radiata*, *Bidens tripartita*, *Butomus umbellatus*, *Carex nigra*, *Centaurea phrygia*, *Cerastium holosteoides*, *Chamaenerion angustifolium*, *Chenopodium album*, *Cirsium arvense*, *Coccyganthe flos-cuculi*, *Comarum palustre*, *Crepis tectorum*, *Elytrigia repens*, *Equisetum arvense*, *Erysimum cheiranthoides*, *Festuca rubra*, *Galium album*, *Juncus articulatus*, *Juncus tenuis*, *Lathyrus pratensis*, *Leontodon autumnalis*, *Linaria vulgaris*, *Lycopus europaeus*, *Lythrum salicaria*, *Melandrium album*, *Mentha arvensis*, *Myosoton aquaticum*, *Phragmites australis*, *Pimpinella saxifraga*, *Plantago uliginosa*, *Poa annua*, *Polygonum aviculare*, *Potentilla anserina*, *Potentilla argentea* s.l., *Ranunculus acris*, *Ranunculus repens*, *Sagina nodosa*, *Salix myrsinifolia*, *Salix pentandra*, *Salix viminalis*, *Schedonorus pratensis*, *Scutellaria galericulata*, *Senecio vulgaris*, *Sonchus arvensis* s.l., *Stachys palustris*, *Stellaria graminea*, *Stellaria media*, *Tanacetum vulgare*, *Taraxacum officinale* s.l., *Trifolium medium*, *Trifolium repens*, *Tussilago farfara*, *Vicia cracca*. Интересно, что собственно околоводных и водно-околоводных видов среди пляжных растений очень мало (зюзник европейский, сабельник болотный, сусак зонтичный, тростник южный, частуха подорожниковая, череда лучистая).

Геоботанические описания показали, что пляжные растительные группировки крайне бедны в видовом и систематическом отношении и являются скорее синузиями, а не ассоциациями. На каждой из пробных площадок было не более 5–6 банальных видов. Общее проективное покрытие составляло в среднем 50–60% на заросших пляжных участках и менее 15% на участках в зоне заплеска и длительного стояния воды в половодье.

Пляжные растительные сообщества нельзя рассматривать как пионерные ассоциации, так как они могут существовать в своем текущем виде неопределённо долгое время, не переходя в другие сукцессионные стадии.

1. Орлова Н. И. Конспект флоры Вологодской области. Высшие растения. – Санкт-Петербург : Изд-во «Алга-Фонд», 1993. – 262 с.

2. Цинзерлинг Ю. Д. Растения морских побережий на берегах озёр Северо-Запада СССР // Журн. Рус. бот. общ-ва. – 1926. – Т. 10, № 3–4. – С. 355–374.

## ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ РТУТИ В РАЗНЫХ ВИДАХ РЫБ РЕКИ УФТЮГИ

*А.А. Соколова*

*Н.Ю. Тропин, научный руководитель, ст. преподаватель  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Ртуть является одним из наиболее опасных токсикантов из группы тяжелых металлов. При этом особое внимание уделяется загрязнению ртутью и ртутьсодержащими соединениями водных экосистем, где токсикант, соединяясь с органическим веществом, образует метилртуть. Она эффективно передается с одного трофического уровня на другой и интенсивно накапливается в гидробионтах. Наиболее активно ртуть аккумулируется в органах и тканях рыб, особенно хищных. К тому же, рыбы являются основным источником поступления ртути в организм человека, где она способна вызывать серьезные изменения в разных системах органов и приводить к развитию острых и хронических заболеваний. Это особенно характерно для районов с развитым любительским рыболовством, в том числе и для Кубенского озера и одного из его крупных притоков – р. Уфтюги. Основными видами рыб в уловах рыбаков-любителей рассматриваемого водотока являются окунь, язь, плотва, лещ, густера и щука. Поэтому исследование особенностей накопления ртути в мышечной ткани вышеперечисленных видов представляет особую актуальность.

Целью настоящей работы является изучение содержания ртути в мышечной ткани разных видов рыб реки Уфтюги.

Река Уфтюга относится к бассейну Кубенского озера; общая длина водотока составляет 117 км, а площадь бассейна – 1300 км<sup>2</sup>. Основными правобережными притоками являются – р. Ухтомица, а левобережными – р.р. Содошка, Яхреньга и Шовеньга. По характеру питания р. Уфтюга относится к смешанному типу, с преобладанием снегового типа питания. Водный режим реки типичен для равнинных водотоков таёжной зоны: высокое половодье, низкая и обычно устойчивая летняя межень и почти полугодовой период маловодной зимней межени.

Сбор ихтиологического материала на р. Уфтюга проводился круглогодично в течение 2013-2014 г.г. на двух участках: в нижнем течении и в устьевой части водотока. Лов рыбы осуществлялся ставными сетями ячеей 40-80 мм, удочками, а также спиннингом. Пойманная рыба подвергалась полному биологическому анализу по общепринятым методикам [1]. В качестве регистрирующей структуры для определения возраста использовалась чешуя. Содержание ртути у рыб определялось на ртутном анализаторе РА-915+ с приставкой ПИРО (Льюэкс) атомно-абсорбционным методом холодного пара без предварительной пробоподготовки. Для сравнительного анализа содержания

ртути в разных видах рыб использовались данные исследований по Кубенскому озеру и Токшинскому заливу.

По результатам исследований 2013-2014 гг. в ихтиофауне р. Уфтюга насчитывается 16 видов рыб, относящихся к 5 семействам [2]. Наиболее многочисленными и преобладающими в любительских уловах являются язь, плотва, лещ, густера, окунь и щука. Проведенный анализ содержания ртути в рыбах изучаемого водотока выявил более высокий уровень токсиканта в мышечной ткани хищных рыб (щука и окунь) по сравнению с мирными (язь, густера, плотва и лещ). Так, среднее содержание ртути у хищников почти в 3 раза больше, чем у мирных. Это подтверждается интенсивной биоаккумуляцией ртути по трофической цепи в гидробионтах. У щуки и окуня наблюдались высокие средние концентрации ртути – 0,94 и 0,89 мг/кг, соответственно. Причем уровень токсиканта в мышцах этих видов превышал предельно-допустимую концентрацию (ПДК), установленную для хищников (0,6 мг/кг). Среди мирных видов рыб р. Уфтюга содержание ртути варьировало от 0,13 мг/кг у леща до 0,39 мг/кг – у язя. Отмечено незначительное превышение ПДК у язя (на 0,09 мг/кг) и густеры (на 0,07 мг/кг).

Исследование зависимости содержания ртути в мышечной ткани рыб р. Уфтюга от длины тела на примере окуня и язя показало повышение уровня токсиканта с увеличением длины. Аналогичная коррелятивная зависимость наблюдается при сопоставлении уровня токсиканта с возрастом.

Изучение содержания ртути в язе и окуне показали увеличение концентрации ртути в устьевом участке р. Уфтюга. Так, в язе в нижнем течении уровень токсиканта – 0,35 мг/кг, а в устье водотока – 0,48 мг/кг, причем оба значения превышали ПДК для мирных видов рыб (0,3 мг/кг). В мышечной ткани окуня также более высокий уровень токсиканта регистрировался в устье р. Уфтюга (1,51 мг/кг), что в 1,8 раза превышает содержание ртути в нижнем течении рассматриваемого водотока.

Исследование закономерностей накопления ртути в мышечной ткани рыб р. Уфтюга в сравнении с Кубенским озером и Токшинским заливом проводилось на примере окуня. Выявлено, что наибольшая концентрация ртути наблюдалась в Кубенском озере (1,1 мг/кг), в то время как в р. Уфтюга содержание токсиканта составило 0,9 мг/кг, а в Токшинском заливе – 0,84 мг/кг. Обнаруженное в озере большее, чем в реке содержание ртути отражает закономерное влияние замедленного водообмена Кубенского озера на увеличение аккумуляции токсиканта. Меньший уровень ртути наблюдался в окуне Токшинского залива, который частично изолирован как от озера, так и от р. Уфтюга.

1. Правдин, И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И.Ф. Правдин – Москва : Пищевая промышленность, 1966. – 375 с.

2. Соколова, А.А. Особенности рыбного населения реки Уфтюга / А.А. Соколова // Материалы Международной научной конференции. В 3-х томах / Вологда : ВоГУ 2014. – Т. 2. – С. 105-107.

## ПОПУЛЯЦИОННОЕ РАЗНООБРАЗИЕ БОЯРЫШНИЦЫ *APORIA CRATAEGI* (LEPIDOPTERA: PIERIDAE) В ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

*Е.В. Троицкая*

*А.А. Шабун*ов, научный руководитель, канд. биол. наук, доцент

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Данная работа является попыткой применения возможностей морфометрического анализа к исследованию текущего (моментального) состояния популяций и выявления главных внутренних трендов изменений, происходящих в них. Как метод морфометрический анализ является наиболее доступным среди других морфологических методов и хорошо дополняет их, а также предоставляет возможность в сравнительно короткие сроки получать значительный объем данных без применения специального оборудования.

Целью работы является оценка состояния различных непересекающихся популяций боярышницы *Aporia crataegi* через исследование их структуры и обнаружение стратегий адаптации популяций вида к условиям внешней среды.

Бабочки (по 50 особей) для морфометрического анализа были отловлены в июне 2012–14 гг. в Кирилловском, Харовском и Вологодском районах.

Для получения исходных изображений использован сканер Epson, позволяющий сканировать материал с разрешением до 600 линий на дюйм, и фотографирование при помощи фотоаппарата с высококачественной матрицей и объективом высокого разрешения (использовался специальный макрообъектив). В качестве программного обеспечения был выбран пакет Adobe Illustrator, имеющий развитые средства измерения длин отрезков и кривых любой формы.

Для измерения были выбраны 4 жилки переднего крыла *A. crataegi*: 3+4 радиальные, 1 и 3 медиальные и 2 кубитальная. Кроме того, что эти жилки представляют собой важные элементы несущего каркаса крыла, они наиболее просты в измерении, так как места их начала и окончания четко различимы.

В качестве основных методов обработки выбраны: анализ распределения вариант с оценкой Колмогорова-Смирнова; корреляции различных величин; дисперсия значений; t-критерий; родственности вариант (кластерный анализ евклидовых расстояний); в качестве дополнительной использована оценка сходства распределений исследуемых вариант с псевдослучайным массивом переменных в заданном интервале для выяснения характера случайности и принадлежности исследуемой выборки к тому или иному типу распределений.

Боярышница является широко распространенным видом, она, тем не менее, уязвима, о чем говорит ее полное исчезновение в Англии (1925 год). Возможно, вид, несмотря на высокую численность, весьма чувствителен к факто-

рам внешней среды, что и делает *A. crataegi* удобным (многочисленным, повсеместным и крупным) объектом исследования.

Полиморфизм, выявляемый в ходе морфометрического анализа, может свидетельствовать о различных процессах внутри популяции. Так, низкий полиморфизм означает, что популяция существует под значительным и, что немаловажно, монотонным давлением внешнего фактора. Как правило, в таких популяциях этот фактор довольно легко вычленишь, что важно для экологического мониторинга. С другой стороны, высокий полиморфизм, как показано в работе, может свидетельствовать о разностороннем влиянии нескольких (многих) внешних факторов, ни один из которых не является определяющим (или значимым).

В результате анализа корреляций «каждый к каждому» получен неожиданный результат. Коэффициенты корреляции между предположительно зависимыми параметрами оказались крайне низкими, иногда и отрицательными, что говорит о несогласованности между параметрами и об их независимости друг от друга. Вероятно, крыло *A. crataegi* не является жесткой конструкцией с четко определенными пропорциями. Сохраняя общую структуру, форму и взаиморасположение, элементы крыла (ячейки и жилки) могут достаточно сильно расходиться по своим параметрам. Это, тем не менее, не имеет никаких последствий для жизнедеятельности, так как общая конструкция крыла не меняется. Учитывая масштаб измеряемых величин (миллиметры и доли миллиметра), можно сказать, что разница между правой и левой сторонами в 0,5 – 1,5 миллиметра никакой существенной роли в эффективности крыла не играет. То же самое справедливо и для любого элемента внутри одного крыла.

В результате проверки вариант на соответствие нормальному распределению показано отсутствие в большинстве случаев очевидной тенденции к группировке значений в каком-либо интервале. Напротив, в большинстве случаев варианты распределены относительно равномерно по всему диапазону значений, что подтверждено повторным тестом распределений с большей степенью сегментации. Это может свидетельствовать о том, что популяция в данный момент если и находится под давлением какого-либо внешнего или внутреннего фактора, то он не оказывает существенного селективного действия, чем создает одинаково благоприятные условия для всех особей со всеми значениями исследуемых характеристик. Иными словами, в популяциях отсутствуют тренды на уменьшение или увеличение размеров.

Анализ дисперсии показывает, что варианты внутри выборки никак не упорядочены, имеют высокий показатель стандартного отклонения. Такое состояние множества близко к псевдослучайному распределению, что может свидетельствовать опять же о том, что в популяциях равномерно и равноправно представлены особи со всеми допустимыми параметрами крыльев.

Проведенное исследование показало высокий полиморфизм популяций, отсутствие выраженных трендов и, как следствие, неопределенность адапта-

ционной стратегии, что указывает на устойчивость популяций и высокую степень буферности, которая может позволить им переносить в будущем давление различных факторов и дает широкие адаптивные возможности.

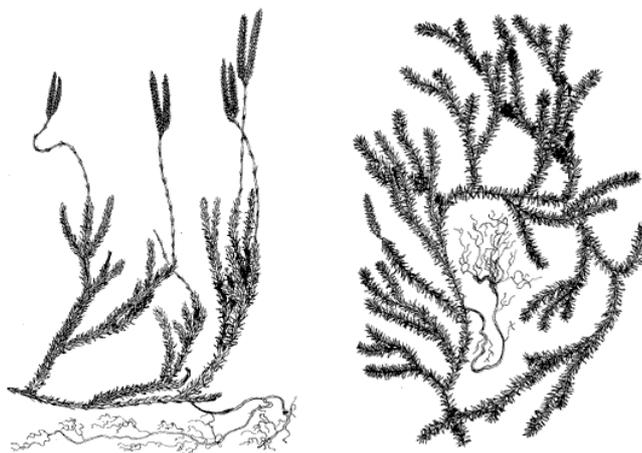
Также в ходе выполнения работы была отработана методика получения морфометрических данных с использованием доступного оборудования и программного обеспечения.

## СПОСОБНОСТЬ ПЛАУНОВЫХ (LYCOPODIACEAE) ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ К ЭПИФИТНОМУ ПРОИЗРАСТАНИЮ И ЗАНЯТИЮ НЕОБЫЧНЫХ СУБСТРАТОВ

*Н.В. Филичева*

*А.Б. Чхобадзе, научный руководитель, ст. преподаватель  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Растения, как открытые биологические системы, имеют адаптационный потенциал, который позволяет им выживать в освоенных местообитаниях при изменении условий или успешно переселяться на новые местообитания с набором резко отличных экологических характеристик, например с необычными субстратами. При этом до сих пор остаётся открытым вопрос о том, формируется ли потенциал в современное время или он уже присутствует, но до определённого момента не реализуется.



*Рис. Побеги плаунов (булавовидного и годичного) с придаточными корнями  
(источник: <http://bio.1september.ru/article.php?ID=200100804>)*

Про плауны в справочной литературе [1] указывается, что это «вечнозеленые наземные или эпифитные, растущие на стволах и ветвях деревьев многолетние растения с прямостоячими, полегающими, свисающими, ползучими или лазящими побегами, с придаточными корнями» (рис.). При этом по умол-

чанию подразумевается, что облигатная/факультативная эпифитность присуща лишь тропическим плаунам, а в условиях бореальной зоны среди них эпифитов нет. Однако эпифиты в широком смысле – это растения, произрастающие не на почве и не на каменистом материале, то есть сюда можно отнести виды, обитающие на слаборазложившемся валеже и на высоких пнях (эпиксильный субстрат), а также в самой нижней части стволов (геоплезные местообитания).

В тропических и субтропических лесах эпифитность плаунов обусловлена дефицитом света на уровне напочвенного покрова, высокой влажностью воздуха, относительно стабильной положительной температурой воздуха и наличием нескольких ярусов деревьев с толстыми скелетными ветвями, в развилках которых скапливается мелкозём [3]. В таёжных лесах основным лимитирующим фактором, препятствующим произрастанию эпифитных сосудистых растений в кроновых и стволовых местообитаниях, является, скорее всего, устойчивая отрицательная зимняя температура [2].

В Вологодской области два вида могли бы расти как факультативные эпифиты – *Lycopodium annotinum* и *Lycopodium clavatum* – но для этого нет соответствующих условий. Плауны из рода *Diphasiastrum* с хорошо дифференцированным подземным корневищем к эпифитному произрастанию не способны. В мировой флоре известны случаи эпифитного произрастания видов, встречающихся в области, например плаун булавовидный в лесах острова Папуа – Новая Гвинея начинает расти как наземный вид, но затем переходит на ветви деревьев и кустарников и успешно развивается как внеярусное растение [4].

В фондовом гербарии ВоГУ хранится образец *Lycopodium annotinum*, собранный в достаточно необычном месте: Великоустюгский р-н, [окр.] г. Красавино, железнодорожная насыпь, 02.05.2005, И.М. Трудова (№ 48679). Для высших споровых растений это экстремальное техногенное местообитание. Из других экзотических местобитаний можно привести случай произрастания *Lycopodium clavatum* на деревянной (тесовой) крыше руинизированного строения, заросшей эпиксильными и эпифитными мхами и лишайниками, а также всходами *Betula* sp., *Alnus incana* и *Salex* sp. (наблюдение сделано А.Б. Чхобадзе в августе 1996 года в Кирилловском районе в окрестностях б.н.п. Безменово). Кроме этого, были зафиксированы случаи роста *Lycopodium clavatum* на каменистых субстратах антропогенного происхождения – бетоне, кирпичной кладке развалин старых построек, угольном шлаке – оказавшихся в лесном окружении. Здесь надо сразу уточнить, что у плауна развивались придаточные корни там, где были скопления органики и мелкозёма, либо в местах с трещинами и разломами, но большая часть ползучих побегов не была связана с субстратом.

Малое число отечественных публикаций, посвящённых споровым сосудистым эпифитам, свидетельствует о том, что в России эта жизненная форма всё ещё не может считаться хорошо изученной. Экологические и субстратные

предпочтения споровых эпифитов, а также механизмы заселения эпифитных местообитаний во многом остаются тайной.

1. Биологический энциклопедический словарь / Гл. ред. М. С. Гиляров. – 2-е изд., исправл. – Москва : Изд-во «Советская энциклопедия», 1986. – 831 с.

2. Еськов А. К. Диаспорология сосудистых эпифитов: анализ и систематизация литературных данных // Ярославский педагогический вестник. – 2012. – № 4. – Том III (Естественные науки). – С. 122–128.

3. Bruce J. D., Gomez L. D. Notes on a survival mechanism for fallen *Lycopodium* epiphytes // Brenesia. – 1979. – № 16. – P. 222–223.

4. Sundue M. *Lycopodium clavatum* sensu lato [Электронный ресурс] // Ferns and Lycophytes of the World: A Digital Herbarium. – [22.11.2014]. – Режим доступа: <http://www.fernsouthworld.com/2014/11/22/lycopodium-clavatum-sensu-lato/>, свободный. Загл. с экрана.

## ПРЕДСТАВЛЕННОСТЬ ПЛАУНОВИДНЫХ (LYCOPODIOPHYTA) ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ В ГЕРБАРИЯХ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

*А.Б. Чхобадзе*

*Т.А. Сулова, научный руководитель, канд. биол. наук, доцент*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Научный гербарий является основой систематических, флористических и ботанико-географических исследований. Гербарный сбор до сих пор предпочтительнее снимков, рисунков и полевых записей, так как он совмещает в себе документальные свойства и наиболее полно характеризует свойства растения. К сожалению, образцы зачастую оказываются в разных гербариях, что существенно затрудняет исследования. В ходе ведения региональной Красной книги в части растений и грибов (с 2004 по 2014 год) накопилась информация о местах хранения вологодских сборов различных систематических групп, например *Lycopodiophyta*.

На текущий момент плауны представлены в Вологодской области 12 видами, из которых 11 официально считаются редкими и требуют мер охраны и биологического контроля (табл.). Для того чтобы иметь представление о региональной хорологии плаунов и их биоэкологических и фитоценологических особенностях, потребовалось обратиться к историческим и современным гербарным материалам. Как оказалось, образцы плаунов, собранные на территории Вологодского края, отложились не только в ботанических коллекциях областных учреждений и вузов, но и в научных гербариях за пределами области

(LE, LECB, MW, MHA, PTZ, IBIW, SYKO, KFTA, PZV, MOSP и др.) и даже страны (H, B, KW и др.). Точная оценка всего количества гербарных листов и представленности видов в сборах пока невозможна, однако данные по двум крупнейшим гербариям Санкт-Петербурга (и России) обработаны (табл.).

Таблица

### Представленность видов плаунов в гербариях Петербурга и Вологды

Виды	LE	LECB	Всего	ВоГУ	СРВ
<i>Huperzia appressa</i>	4	–	4	4	Ох
<i>Huperzia arctica</i>	–	–	–	3	Ох
<i>Huperzia selago</i> s.str.	7	9	16	172	Ох
<i>Diphasiastrum complanatum</i>	20	17	37	211	Бк
<i>Diphasiastrum tristachyum</i>	–	1	1	7	Ох
<i>Diphasiastrum</i> × <i>zeilleri</i>	3	1	4	3	Бк
<i>Lycopodiella inundata</i>	2	–	2	16	Ох
<i>Lycopodium annotinum</i>	9	14	23	226	–
<i>Lycopodium clavatum</i>	11	21	32	195	Бк
<i>Selaginella selaginoides</i>	–	6	6	14	Ох
<i>Isoetes echinospora</i>	–	–	–	15/65	Ох
<i>Isoetes lacustris</i>	–	–	–	40/50	Ох
Всего гербарных листов	56	69	125	906/966	

Примечание. Статус редкости вида (СРВ): Ох – охраняемый, Бк – требующий биоконтроля.

Гербарии БИН РАН (LE) и СПбГУ (LECB) одни из самых старых и репрезентативных травохранилищ России. Сотрудники этих учреждений многократно экскурсировали в границах Вологодской области, но далеко не все виды плаунов были ими загербаризированы: в LE и LECB отсутствуют по 5 видов, совокупно в обоих гербариях – 3. Хуже всего дело обстоит с водными плаунами (*Isoetes* spp.) и микровидами баранца (*Huperzia* spp./subsp.), которые часто просто не выделяются коллекторами в силу спорного систематического положения. Наименьшим количеством сборов отличаются малозаметные и, как правило, пропускаемые плауночки (*Lycopodiella* и *Selaginella*), а также спорадически встречающийся стенотопный двурядник трёхколосковый и его гибрид (хотя в отношении незначительного числа сборов последнего можно предположить ту же причину, что и у микровидов баранца). Наибольшее число образцов имеют четыре вида – двурядник сплюснутый, плаун булавовидный, плаун годичный и баранец (приведены в порядке уменьшения объёмов сборов).

Общее число инсерированных образцов вологодских плаунов, сохранившихся в петербургских гербариях, выглядит довольно слабо на фоне сборов из фондов ВоГУ. Ранее уже сообщалось о числе листов представителей семейства *Lycopodiaceae*, отложившихся в гербарии университета [1]. Дополнение данными по *Huperziaceae* и *Isoetaceae* даёт итоговую цифру почти в тысячу

образцов (таблица). Диапазон обусловлен последними крупными поступлениями полушников (сборы 2013–2014 годов), которые пока не до конца обработаны.

В заключение укажем три примечательных факта, связанных с гербариями БИН РАН и СПбГУ. Во-первых, подтвердилось наше опубликованное предположение о неправильной идентификации А.И. Колмовским сбора «вырождающегося» баранца из Вожегодского района, который является не *Huperzia selago*, а *Selaginella selaginoides* [2: 518]. В 2014 году этот образец был выявлен в LE и на его листе присутствовала помета Е.И. Исполатова с соответствующим переопределением. Во-вторых, в LE в неразобранной коллекции А.А. Сняtkова выявлен образец *Selaginella selaginoides*, собранный им 2.VII.1885 в окрестностях села Троице-Енальского (сейчас окр. д. Марьинская; 37VEN4). Таким образом, первых для Вологодской области сборов плаунка стало два – один хранится в Вологде в естественнонаучных фондах ВГМЗ [ibid.], второй – в Петербурге. В-третьих, в LE и ЛЕСВ сохранились многие исторические сборы вологодских плаунов, например образцы А.А. Межакова, Н.А. Иваницкого, И.А. Перфильева, А.П. Шенникова, А.И. Лескова, В.И. Серпуховой, Ю.Д. Суховой, Б.А. Федченко, Е.Г. Боброва, а также других коллекторов Северного края.

1. Филичева Н. В. Первые результаты ревизии Плауновых (*Lycopodiaceae* Beauv. ex Mirb.) Вологодской области // Молодые исследователи – регионам: мат. междунар. науч. конф. – Вологда: ВоГУ, 2014. – Т. 2. – С. 114–116.

2. Чхобадзе А. Б., Филиппов Д. А. *Lycopodiella inundata* и *Selaginella selaginoides* в Вологодской области // Бот. журн. – 2013. – Т. 98, № 4. – С. 515–532.

## ЭКОЛОГО-ДЕНДРОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОСАДОК РОДА *POPULUS* L. В Г. ВОЛОГДЕ

**Н.В. Ярушкина**

**А.Н. Левашов**, научный руководитель, ст. преподаватель  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Зеленые насаждения являются неотъемлемой частью городской среды. Они имеют санитарно-гигиеническое, рекреационное, ландшафтно-архитектурное, культурное и научное значение. Важной функцией зеленых насаждений является поддержание благоприятной для человека среды обитания непосредственно в месте проживания.

В XX столетии в озеленении г. Вологды широко использовались виды рода *Populus*. Тополя весьма быстро растут, достигают крупных размеров, имеют красивую крону, довольно долговечны, хорошо адаптированы к городским условиям, являются хорошими пыле- и газоуловителями. Но в последнее время род стал терять свою популярность как озеленительная порода.

Это связано с довольно хрупкой древесиной растений. Нередки случаи, когда у тополей при сильном ветре наблюдается веткопад, а также может упасть и все дерево, что может повлечь за собой материальный ущерб и человеческие жертвы. Деревья подвержены гнилям, что также уменьшает их прочность и ветроустойчивость. Кроме того, тополиный пух, вместе с переносимой им пылью злаков, вызывает сильнейшие аллергии, портит эстетический вид города и загрязняет улицы. Многие виды дают обильные корневые отпрыски, которые засоряют прилегающие к посадкам территории и ломают асфальт [1].

В последнее время в городе активно ведется радикальная обрезка крон тополей для уменьшения количества пуха в летний период. Из всех известных способов обрезки при этом используется самый травматичный и малоэстетичный – «омолаживающая» обрезка или топтинг, предполагающий полное удаление кроны и верхней части ствола дерева. Удаление мощной кроны тополей значительно снижает их средостабилизирующее и декоративное значение. Кроме того, обрезка кроны взрослых деревьев плохо сказывается на их состоянии, приводит к преждевременному старению и гибели насаждений [2].

В 2014 г нами проведены эколого-дендрологическое исследование посадок тополя в г. Вологде. Порода довольно широко распространена в зеленых насаждениях города. Для исследования был выбран Первый микрорайон.

В различных посадках выявлены следующие виды тополей: *P. balsamifera* L. – Т. бальзамический; *P. suaveolens* Fisch – Т. душистый; *P. laurifolia* Ledeb. – Т. лавролистный; *P. x berolinensis* Dippel – тополь берлинский; *P. tremula* L. – Т. дрожащий, осина; *P. alba* L. – Т. серебристый.

В ходе обследования у каждого экземпляра отмечалась высота. Все растения были разделены на несколько ростовых групп. В зеленых насаждениях было выявлено преобладание небольших деревьев с высотой до 10 м (40,6%). Довольно широко представлена группа деревьев с высотой 10-15 м (34,4%), тополя с высотой более 15 метров встречаются значительно реже и составляют 25% от обследованных деревьев. Преобладание невысоких деревьев объясняется наличием большой доли поврежденных обрезанных растений (около 1/3), нарушающих эстетический вид городских улиц.

В связи с тем, что одной из функций тополей в городских посадках является декорирование улиц, важно произвести оценку, характеризующую их эстетический вид. У большинства растений внешний вид можно охарактеризовать как хороший (53%), что связано с сильным повреждением листвы минерами (тополевой молью). Значительную долю составляют деревья с отличной

эстетической оценкой (31%). В удовлетворительном состоянии находится 4% растений, неудовлетворительным состоянием характеризуются 6%, крайне неудовлетворительным – 6%. Таким образом, всего у 16% представителей рода *Populus L.*, произрастающих на территории города, внешний вид не эстетичен.

В зеленых насаждениях города Вологды выявлено преобладание умеренно ослабленных деревьев (53%). Здоровыми являются 10% растений. Лишь 16% экземпляров (4% средне ослабленных, 8% сильно ослабленных и 4% усыхающих) не могут выполнять возложенные на них функции.

Сравнивая показатели жизнеспособности и эстетической оценки рода тополь в зеленых насаждениях города Вологды, можно заметить, что доля растений, способных выполнять свои функции, по обеим шкалам составляет более 60%. Таким образом, можно заключить, что большинство деревьев города Вологды находятся в хорошем состоянии и удовлетворяют как эстетическим, так и функциональным требованиям. При учете биологических особенностей и правил выращивания, тополя с успехом могут использоваться в зеленых насаждениях г. Вологды.

1. Редько Г.И. Биология и культура тополей. – Ленинград : Изд-во ЛГУ, 1975. – 175 с.

2. Казанцева М.Н., Соловьева А.А. Экологические последствия радикальной обрезки крон тополя бальзамического (*Populus balsamifera L.*) в городских насаждениях Тюмени // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. – 2009. – Вып. 9. – С. 128–135.

## РОСТ И ПРОДУКТИВНОСТЬ НАСАЖДЕНИЙ ОЛЬХИ СЕРОЙ В КЕНОЗЕРСКОМ НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ

*Ю.С. Быков*

*С.В. Третьяков, научный руководитель, д-р с.-х. наук, доцент*  
Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова  
г. Архангельск

Научная организация, планирование и ведение лесного хозяйства в древостоях ольхи серой невозможны без наличия полных и достоверных данных, характеризующих их состояние и продуктивность. В настоящее время ощущается острая необходимость в разработке лесоводственно-таксационных нормативов и справочных материалов для учета, оценки, использования и сохранения древостоев ольхи серой на Европейском Севере России.

Задачами исследований являются оценки состояния и продуктивность древостоев ольхи серой в Каргопольском секторе Кенозерского национального парка. При сборе полевых материалов закладывались временные пробные площади. Закладка и таксация пробных площадей необходима для изучения природы леса, изучения прироста древостоя и других целей. Пробные площади закладывались с учетом ОСТ 56-69-83 «Площади пробные лесоустроительные» [1]. Стандарт предусматривает закладку прямоугольных и близких к ним по форме пробных площадей, ограниченных визирами. Сбор полевого материала по теме проводился в июле 2014 г. Всего на территории Архангельской области в 2014 году было заложено 10 пробных площадей.

Для изучения хода роста, продуктивности и товарности насаждений ольхи серой срубались модельные деревья. Рубка модельных деревьев проводилась на каждой заложённой пробной площади. Количество моделей, срубаемых на пробной площади 5-6 шт. У срубленных деревьев рулеткой определялась длина. Затем модельное дерево разбивалось на секции относительной длины. У модельных деревьев обмеряли диаметры в коре и без коры, число слоев на срезах на 0 м, 1,3 м, 0,1Н, 0,3Н, 0,5Н, 0,7Н и 0,9Н. Данные измерения записывались в специальный бланк по модельным деревьям. Кроме диаметров в бланке указывали расстояние до живого и мертвого сучка, наличие гнилей, грибов и других пороков древесины. Измеряли количество сучков, их диаметр и протяженность. После исследования модельное дерево было аккуратно уложено, чтобы не ухудшать санитарно-эстетическую ситуацию в насаждении.

После закладки пробных площадей произвели первичную обработку полевых материалов, которая заключалась в вычислении таксационной характеристики древостоя. При обработке были использованы методические и теоретические рекомендации [2].

В таблице приведена таксационная характеристика насаждений с преобладанием ольхи серой на примере пробной площади №1.

Таблица

№ пробной площади	Год закладки	Бонитет	Состав	Порода	Средние			Сумма площадей сечений, м <sup>2</sup>	Полнота	Запас, м <sup>3</sup> /га	
					возраст, лет	высота, м	диаметр, см			растущего	сухого
1	2014	I	5Ол4Е1Б	Ол с	45	20,1	19,5	18,75	0,6	155,2	46,8
				Ол с др		18,1	15,1	7,425	0,25	13,4	
				Б		14,8	17,6	3,65	0,17	28,025	
				Е		21,4	24,5	12,975	0,3	138,1	
Всего									42,8	1,32	334,725

На рисунке приведен ход роста по высоте насаждений ольхи серой по данным модельных деревьев и материалам 10 пробных площадей.

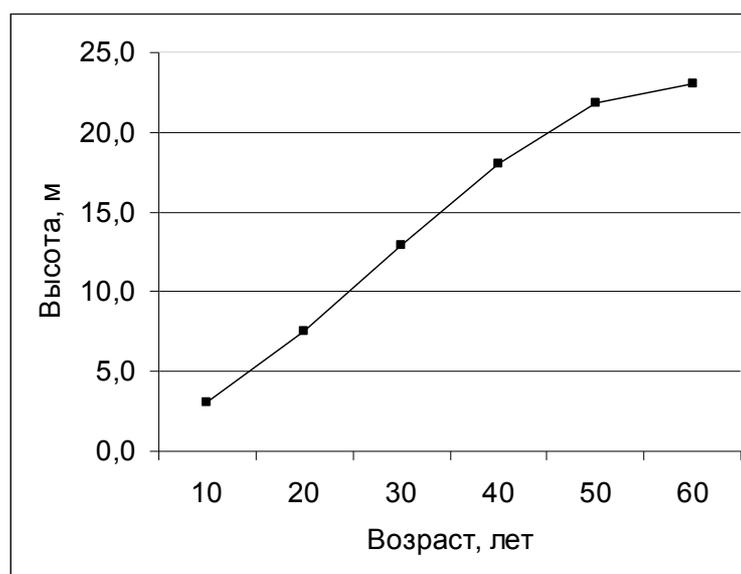


Рис. Высота ствола в зависимости от возраста

Приведенная на графике модель роста по высоте характеризуется кубической параболой. Аналогичные модели получены для хода роста по диаметру и запасу древостоя.

Проведенные исследования в целом представляют большой экспериментальный материал, полученный в насаждениях ольхи серой в Каргопольском секторе Кенозерского национального парка. Полученные материалы и выявленные закономерности в дальнейшем планируется использовать при разработке лесотаксационных нормативов для насаждений ольхи на Европейском севере России.

1. ОСТ 56-69-83. Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки. – Москва : ЦБНТИГослесхоза СССР. – 60 с.
2. Гусев, И.И. Нормативы таксации таежных лесов / И.И. Гусев, Н.Н. Соколов. – Архангельск : Издательство АГТУ, 2003. – 60 с.

## ОЦЕНКА РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ВЫТЕГОРСКОГО РАЙОНА ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

*Ю.А. Евтушенко, В.С. Снетилова*

*С.М. Хамитова, научный руководитель, канд. с.-х. наук, доцент*

*Ю.М. Авдеев, научный руководитель, канд. с.-х. наук, доцент*

Вологодская государственная молочнохозяйственная академия  
им. Н.В. Верещагина  
г. Вологда

На данном этапе развития страны остро обозначена проблематика использования рекреационного потенциала с целью создания для туристической привлекательности регионов, сохранения объектов историко-культурного наследия, развития экономического сектора в региональном аспекте. Поэтому весьма актуальным направлением развития страны является повышение рекреационного потенциала на уровне Федерации и её субъектов.

Нами проведены исследования в Вытегорском районе Вологодской области по исследованию рекреационного потенциала.

Вытегорский район – крупнейший по территории район Вологодской области, край бесконечных лесов и чистейших озер. Уникальное сочетание богатейших природных ресурсов, ландшафтного разнообразия, историко-культурных памятников и благоприятного экономико-географического положения делают Вытегорский район особенно привлекательным для инвестиций [1].

На территории Вытегорского района можно выделить пять ландшафтных районов: Прионежский, Ковжинско-Белозерский, Мегорский, Андомский и Кемский. За разнообразие ландшафтов район называют «вологодской Швейцарией».

Вытегорский район обладает богатейшими природными ресурсами, в освоении которых имеются широкие перспективы. Основным природным богатством района является лес, лесные площади занимают 93,2% территории [1].

Развитие рекреационно-туристического сектора – одно из приоритетных и наиболее перспективных направлений развития Вытегорского района. Уникальна природа Вытегорского края. До настоящего времени в большей части района сохранились нетронутые промышленной цивилизацией уголки приро-

ды, богатые живописными пейзажами, экологически чистыми водоемами, девственными лесами, ценными породами зверей, ягодами и грибами [1].

Гордостью вытегорцов является земляк, поэт Николай Клюев, несомненной заслугой которого является и то, что он был одним из первых русских литераторов, поднявших в своем творчестве проблемы экологии. Он, как никто другой, осознавал взаимосвязь между природой, национальной культурой и судьбой всего государства.

В 2014 году, в год 130-летия со дня рождения Н. Клюева, в городе Вытегре при поддержке «фонда Тимченко» правительства Вологодской области и Вытегорского района создан дендропарк имени Николая Клюева, в котором высажены деревья, цветы и кустарники, часто упоминаемые поэтом.

Создание парка – яркий опыт, позволяющий увековечить память одного из самых талантливых русских поэтов, объединить культурно-историческую и экологическую составляющие. Это инструмент воздействия на сознание, формирующий нравственно-ценностное отношение к природе.

Сочетания подходов палитры древесных, кустарниковых, травянистых и декоративных форм растений [2], их симбиотического и др. видов взаимодействия между собой, с микромиром, исторической и создаваемой культурной составляющей (в ходе международных Клюевских чтений) и человеком позволит служить фундаментом или точкой отсчета для развития декоративных, культурных направлений или других видов творческой деятельности.

Рекреационная составляющая Вытегорского района в настоящее время не выполняет в полной мере функцию сохранения ландшафтного и видового разнообразия, так как существующая сеть охраняемых территорий не отражает ландшафтную структуру района.

1. Сайт Корпорация развития Вологодской области [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.invest35.ru/assets/files/> (дата обращения 20.03.2015).

2. Хамитова, С.М. Декоративные формы крон деревьев в ландшафтном строительстве / С.М. Хамитова, Ю.М. Авдеев, М.Н. Марченко, Н.С. Зайцев // В сборнике: Повышение эффективности лесного комплекса Республики Карелия : материалы четвертой республиканской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, докторантов. – Петрозаводск, 2013. – С. 41-43.

## ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЦЕССАХ СУШКИ ДРЕВЕСИНЫ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ УИС

*А.А. Зайцев, И.М. Яговитин, Е.П. Гусев*

*Д.В. Титов*, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент

Вологодский институт права и экономики ФСИН России

г. Вологда

Энергосбережение на производственных объектах фсин россии зависит от многих факторов: эффективности использования оборудования, применение ресурсосберегающих технологий, систем автоматики и контроля производственного процесса, квалификации спецконтингента и т.д.

В конвективных сушильных камерах избыток влаги выбрасывается с отработанным горячим воздухом в атмосферу. В свою очередь из атмосферы в камеру поступает свежий холодный воздух, на нагрев которого расходуется тепловая энергия. Как правило, зимой свежий атмосферный воздух приходится подогревать на  $110^{\circ}$  (от  $-30^{\circ}\text{C}$  до  $80^{\circ}\text{C}$ ) и, при недостаточной мощности теплового оборудования приток холодного свежего воздуха приводит к срыву температурного режима в сушильной камере. Следовательно, происходит выпадение конденсата из влажного воздуха и ухудшение качества сушки пиломатериалов. Для исключения этого, а также для экономии тепловой энергии применяются рекуперативные теплообменники.

Процесс сушки организован следующим образом. Пиломатериал, уложенный в штабеля на трековые тележки, закатывается в сушильное пространство камеры. Схема циркуляции агента сушки горизонтально-поперечная, реверсивная. Агент сушки, подаваемый вентиляторами, циркулирует в горизонтальной плоскости поперек штабелей. Проходя через калориферы, агент сушки нагревается, а проходя через штабели, насыщается влагой из древесины и охлаждается. Часть агента сушки удаляется из камеры через вытяжные воздушные клапаны. Под действием образующегося при этом разрежения через приточные воздушные клапаны поступает свежий воздух.

Управление режимом сушки предполагается осуществлять с помощью автоматической системой управления на базе контролеров сушильных камер, включающей в себя:

- промышленный компьютер;
- 2 датчика температуры в камере;
- 2 датчика влажности среды;
- 6 датчиков измерения влажности древесины.

Регулирование температуры агента сушки осуществляется автоматически изменением количества подаваемого в калориферы теплоносителя. Регулирование влажности агента сушки автоматически открытием-закрытием приточно-вытяжных клапанов и включением системы увлажнения.

На рисунке приведены сравнительные характеристики мобильной сушильной камеры КСМ-25, производимой УФСИН России по Псковской области с известными аналогами.

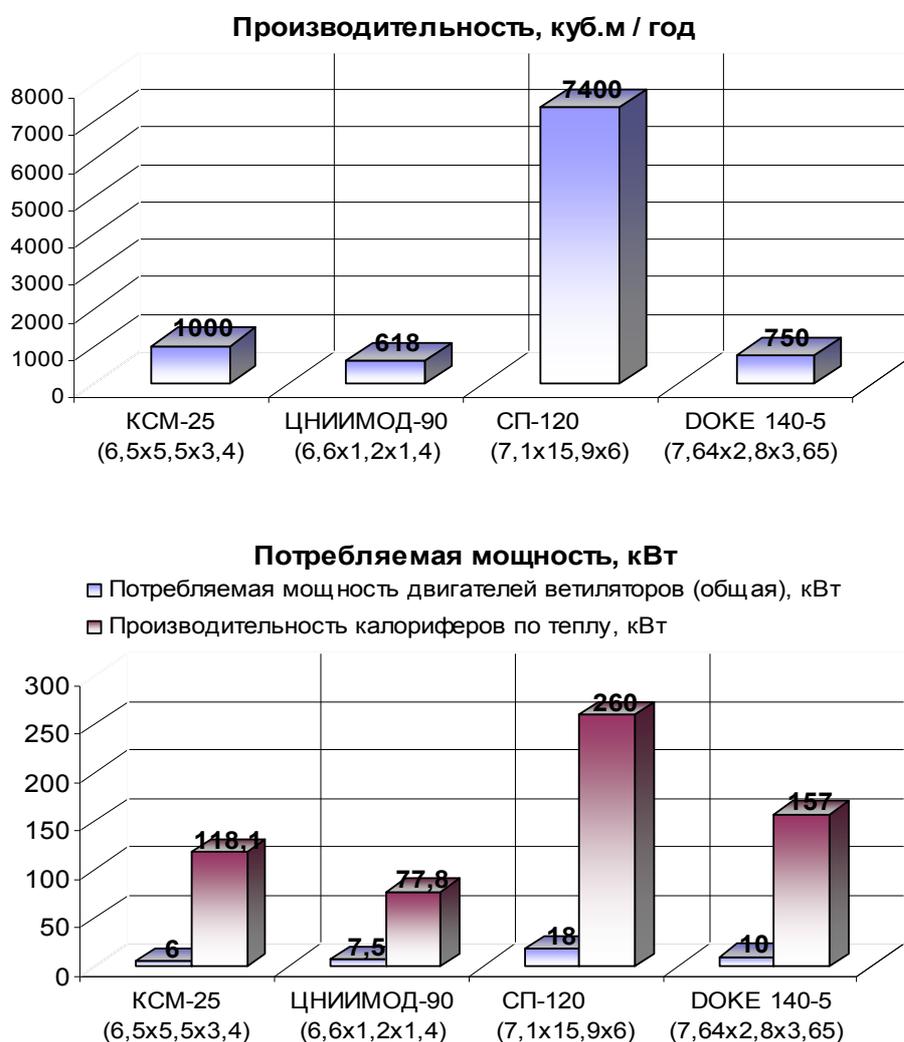


Рис. Сравнительные характеристики сушильных камер

Как следует из сравнения характеристик, изделие КСМ-25 обладает преимуществами в производительности по теплу, при этом потребляемая мощность ниже, чем у аналогов.

В конечном итоге это позволит увеличить процент трудовой адаптации осужденных на 140%, увеличить общий выпуск товарной продукции на 55 %. Таким образом, ожидается повышение мотивации труда осужденных, а также рентабельности производства в учреждениях УИС.

1. Титов, Д.В. Внедрение ресурсосберегающих технологий в производстве сушильных камер на базе центра трудовой адаптации осужденных / Д.В. Титов, Р.П. Борисов, В.В. Маркер // Вестник института: Преступление, наказание, исправление. – 2010. – № 11. – С. 58-64.

**МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ПЕНОГИПСА И ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ**

*Д.Д. Исянгулова, Э.Р. Хайруллина*

*Ф.М. Филиппова, научный руководитель, канд. хим. наук, доцент*

Казанский национальный исследовательский технологический университет  
г. Казань

Гипсостружечная плита на строительном рынке появилась совсем недавно и обладает массой достоинств. Этот материал изготавливается из экологически чистых материалов по высоким технологиям, огнеупорный, качество его намного превосходит качество гипсокартона. Такой материал, благодаря наличию в составе древесины, обладает теплоизоляцией и звукоизоляцией, а наличие гипса придает ему пожаробезопасность и экологичность [1].

Кроме преимуществ гипсостружечная плита имеет и недостатки: возможность применения только для внутренней отделки и большой вес.

Чтобы избавиться от последнего недостатка, мы хотим получить новый материал с использованием пенообразователя.

Существующие пенообразователи можно разделить на синтетические и белковые.

Синтетические пенообразователи увеличивают время схватывания и твердения массы материала, сильно влияют на прочность, имеют низкую стойкость массы, устойчивы к ускорителям твердения, применяются, как правило, для получения материала высокой плотности.

Белковые пенообразователи практически не влияют на увеличение срока схватывания и твердения массы материала, имеют высокую стойкость, не устойчивы к ускорителям твердения, позволяют получать изделия с низкой плотностью [2].

Так как пенополиуретан (ППУ) в своем роде считается пенообразователем, мы получили новый материал – древеснонаполненный гипсопенополиуретан.

Технология получения теплоизоляционного материала на основе ППУ, гипса и стружки (рис.) следующая: из бункера 1 в смеситель поступает наполнитель в виде древесных отходов (древесная стружка размером 3,5 мм) и из бункера 2 – гипс, происходит перемешивание в малых оборотах в течение 2-х минут. Далее эта смесь переходит в следующий смеситель и к ней из бункера 3 добавляется компонент А, также происходит смешивание в малых оборотах в течение 2-х минут. Затем к перемешенной смеси, поступившей в следующий смеситель, из бункера 4 поступает компонент Б, перемешивание длится в течение 7 секунд на больших оборотах. Полученная смесь дозируется в формы. Форма предварительно выстилается донной бумагой. Полученный таким образом блок перемещается в помещение дозревания блоков, где блок выстаивает-

ся 1 сутки до полного окончания процесса полимеризации и приобретения блоком нужного качества.

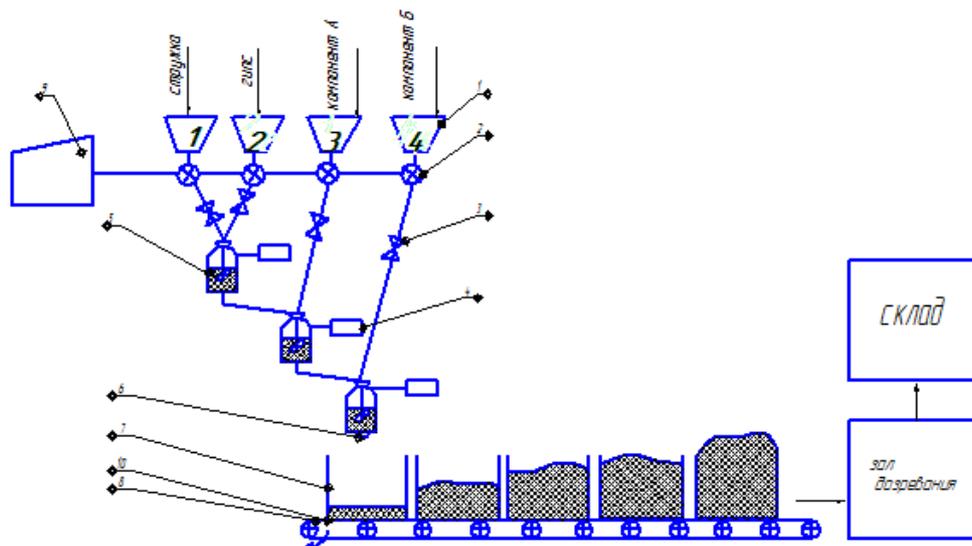


Рис. Схема получения древеснонаполненного гипсопенополиуретана:  
 1 – бункер; 2 – дозатор; 3 – вентиль; 4 – термостат; 5 – лопастный смеситель;  
 6 – наливная головка; 7 – форма с ковром; 8 – ленточный транспортер;  
 9 – пульт управления; 10 – донная бумага

После того, как были получены все образцы с различным содержанием древесной стружки и гипса, был проведен ряд испытаний образцов: определение плотности, предела прочности и сжатия, определение светостойкости, стабильности размеров при заданной температуре и влажности, ускоренные испытания на климатическое старение, определение морозостойкости, влагопоглощения и теплопроводности.

В результате проделанной работы, были получены и определены эксплуатационные свойства древеснонаполненного гипсопенополиуретана. Полученные данные подтверждают, что такие наполнители, как древесная стружка и гипс, благоприятно влияют на свойства пенополиуретана: повышаются плотность, светостойкость, физико-механические показатели, устойчивость к замораживанию и климатическому старению[1].

В дальнейшем, планируется работать с пенообразователями марки FoamIn, ПБ-2000, ПО – 6РЗ (6%).

1. Филиппова, Ф.М. Технология получения древесно-конструкционного материала на основе гипса, пенополиуретана и древесных частиц [Текст] / Ф.М. Филиппова, Р.Г. Сафин, Э.Р. Хайруллина, Д.Д. Исянгулова // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т17. – № 20. – С. 122-127.

2. Сайт Легкие Бетоны [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://litebeton.ru/statya/vidy-penoobrazovateley> свободный (дата обращения 27.03.2015).

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГУСТОТЫ СОСНЯКОВ ПО МАТЕРИАЛАМ ПОВЫДЕЛЬНОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ЛЕСОУСТРОЙСТВА

*П.Д. Козел*

*Р.В. Азарчик, научный руководитель, канд. с.-х. наук, доцент  
Белорусский государственный технологический университет  
г. Минск, Республика Беларусь*

Густота древостоя – количество деревьев на 1 га. Густота играет важную роль на формирование и общую продуктивность древостоя. Густоту необходимо учитывать при проектировании различных лесохозяйственных мероприятиях. Часто в лесной практике и научных изысканиях используются данные по выделной базе данных лесоустройства. В данной базе отсутствует такой показатель как густота. Поэтому определение густоты древостоев по материалам по выделной таксации имеет актуальное значение.

В связи с этим нами была проверена и апробирована методика расчета густоты в зависимости от основных таксационных показателей, определяемых лесоустройством. Густота древостоев рассчитывалась посредством деления запаса древостоя на одном гектаре на объем ствола среднего дерева. Нами анализировались два способа вычисления объем ствола среднего дерева.

В первом способе данный показатель вычислялся по формуле:

$$v_{\text{ср}} = \frac{g_m \times h}{2a + 1} \times \left( \frac{h}{h - 1,3} \right)^{2a},$$

где  $v_{\text{ср}}$  – объем ствола среднего дерева древостоя, ( $\text{м}^3$ );  $g_m$  – площадь поперечного сечения среднего дерева на высоте 1,3 м, ( $\text{м}^2$ );  $h$  – высота среднего дерева, (м);  $a$  – постоянный коэффициент [1].

При втором способе объем ствола среднего дерева определялся по объемным таблицам «Объемы маломерных древесных стволов по высоте и диаметру и число стволов в 1  $\text{м}^3$ » и «Объемы древесных стволов по диаметру и высоте», в зависимости от средних диаметра и высоты древостоев.

Апробация и проверка методики определения густоты проходила на основе данных перечислительной таксации на 631 временной пробной площади.

Проверка точности определения густоты, исходя из объема ствола среднего дерева, осуществлялась с применением однофакторного анализа и t-критерия Стьюдента в программе Statistica 6.

Анализ данных позволяет сделать вывод о том, что вне зависимости от метода расчета густоты (непосредственный пересчет деревьев или нахождение ее посредством деления запаса древостоя на объем среднего ствола) на выходе мы имеем достоверные данные с допустимой точностью при любом методе.

Меньшие ошибки дал второй способ (по объемным таблицам). Наибольшее отклонение расчетной густоты от номинальной наблюдается в молодняках (расчетные значения превышают фактические), затем оно постепенно уменьшается и в приспевающих древостоях практически отсутствует, а в спелых – снова увеличивается.

1. Разработать биогеофизическую теорию конкуренции растений в древостое за ресурсы среды: научн. отчет рук. темы В. П. Машковский. – Минск, 2005. – 84 с.

## «СОФТ» В ДЕРЕВООБРАБОТКЕ

*Д.А. Коликов*

*Н.Б. Хламов, научный руководитель*

Вологодский институт права и экономики ФСИН России  
г. Вологда

Деревообработка является одной из перспективных отраслей промышленности Российской Федерации. Эта отрасль наиболее устойчива к кризисным ситуациям: спрос на пиломатериалы, мебель и другую продукцию деревообрабатывающей отрасли относительно устойчив даже в тяжелые времена.

В настоящее время существует широкий спектр выпускаемой продукции. При создании изделия не обойтись без чертежей, эскизов и общем представлении о том, что хотим создать.

Появление новых компьютерных технологий, программ облегчило наш труд. В них внесены СНИПы, ГОСТы, общие требования, без которых не обойтись при создании изделия, а также позволяют обеспечить общий вид и всем понятный чертежный язык. При 3D моделировании можно рассмотреть объект, каким он будет.

Существует множество программ, которые можно применить в моделировании изделий из древесины.

Основными из них, по нашему мнению, являются: ArchiCAD, Autodesk AutoCad, CadWork, Google SketchUp, КОМПАС-3D, SEMA eXtra, SolidWorks, T-Flex, КЗ-Коттедж и ряд мебельных программ.

Каждая программа имеет свой интерфейс, справки при моделировании, а также свою отличительную особенность при проектировании.

**ArchiCAD** – графический программный пакет САПР для архитекторов, созданный фирмой Graphisoft. Первая версия программы ArchiCAD была создана в 1984 под названием Radar CH. Предназначен для проектирования архи-

тектурно-строительных конструкций и решений, а также элементов ландшафта, мебели и т. п.

**AutoCAD** – двух- и трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения, разработанная компанией Autodesk. Первая версия системы была выпущена в 1982 году. Предназначена не только для черчения, но и для формирования трехмерных моделей.

**CadWork** – система автоматизированного проектирования для деревянного строительства. Поддерживает полный цикл разработки конструкций – от создания эскизов до управления производством. САПР Cadwork была создана в период с 1980 по 1987 годы центром электроники и микротехнологий CSEM в Государственном техническом институте в Лозанне (Швейцария) в рамках исследовательского проекта KWF, целью которого была разработка и практическое тестирование программного обеспечения для применения в области строительства из деревянных конструкций.

**SketchUp** – программа для моделирования относительно простых трёхмерных объектов — строений, мебели, интерьера. В марте 2006 года была приобретена компанией Google вместе с небольшой фирмой @Last Software В апреле 2012 Google продал SketchUp компании Trimble Navigation за 90 млн долларов.

**KOMPAS-3D** – семейство систем автоматизированного проектирования от российской компании «Аскон» с возможностями оформления проектной и конструкторской документации согласно стандартам серии ЕСКД и СПДС. Программы данного семейства автоматически генерируют ассоциативные виды трёхмерных моделей (в том числе разрезы, сечения, местные разрезы, местные виды, виды по стрелке, виды с разрывом). Все они ассоциированы с моделью: изменения в модели приводят к изменению изображения на чертеже. Первая версия системы была выпущена в 1986 году.

**SEMA** – интуитивно понятное и простое в использовании программное обеспечение, помогает пользователям в построении высококачественных кровель и зданий. Базовый план и разнообразные варианты ввода профиля кровли предлагают пользователю необходимую гибкость. Максимально точное, чрезвычайно быстрое и совершенное конструирование приводит к экономии в затратах на проектирование конструкций. Программное решение для деревянных конструкций, соединений, конструирования лестниц, каркасно-панельных домов, изготовления и продаж в строительном секторе.

**SolidWorks** – программный комплекс САПР для автоматизации работ промышленного предприятия на этапах конструкторской и технологической подготовки производства. Обеспечивает разработку изделий любой степени сложности и назначения. Программа появилась в 1993 году и составила конкуренцию таким продуктам, как AutoCAD и Autodesk Mechanical Desktop, SDRC I-DEAS и Pro/ENGINEER.

**T-Flex CAD** – российская система автоматизированного проектирования, разработанная компанией «Топ Системы». Система объединяет параметрические возможности трехмерного моделирования со средствами создания и оформления конструкторской документации. 1992 – год создания компании. Разработана первая коммерческая версия системы T-FLEX CAD 2.x (TopCAD).

**КЗ-Коттедж** – уникальный комплекс программ для проектирования домов из оцилиндрованного бревна и профилированного бруса. Главная задача комплекса – полная автоматизация процесса производства и обеспечение документацией всех участков работы домостроительного предприятия. Конструктору необходимо только создать модель будущего деревянного дома, а все чертежи, развертки стен, спецификации, управляющие программы для ЧПУ программный комплекс «КЗ-Коттедж» подготовит в автоматическом режиме.

## ДИНАМИКА ГОРИМОСТИ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ КРЫМСКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА

*К.В. Левченко, Е.В. Бурзиева*

*С.М. Матвеев, научный руководитель, д-р биол. наук, профессор  
Воронежская государственная лесотехническая академия  
г. Воронеж*

В лесах одним из экологических факторов, влияющих на их развитие, являются пожары. Особенно высокая пожарная опасность характерна для хвойных насаждений. Профилактика и ликвидация лесных пожаров и их последствий являются актуальными задачами в природных комплексах горного Крыма, особенно на особо охраняемых природных территориях. Самым крупным заповедником Крыма является Крымский природный, расположенный на площади 44175,0 га, и включающий самую возвышенную часть Главной гряды Крымских гор. Лесные насаждения заповедника отличаются высокой пожароопасностью. Наиболее горимыми являются сосновые насаждения южных склонов Ялтинского амфитеатра, которые составляют 12% от лесопокрытой площади. Изучение динамики лесных пожаров заповедника не проводилось.

Впервые проведен анализ динамики пожаров на территории КрПЗ за период существования этого предприятия. Были собраны данные по числу и площади пожаров на территории заповедника, выявлены закономерности и причины частоты их возникновения. Для анализа динамики числа случаев пожаров использованы материалы Летописи природы КрПЗ за период с 1923 по 2014 г.г., материалы лесоустройства разных лет, а также данные, содержащиеся в Книге регистрации пожаров по заповеднику.

В результате проведенных исследований установлено, что распределение площади пожаров по инспекционным отделениям заповедника неравномерно, и на наиболее горимые сосновые насаждения южных склонов приходится более 80% пожаров. Сосновые леса представлены преимущественно средневозрастными и старовозрастными насаждениями (возрастом от 80-100 лет и более). Можно выделить своеобразные «центры горимости», где возникновение пожаров фиксировалось неоднократно, это следующие кварталы Ялтинского инспекционного отделения: 262 (5 раз), 270 (5 раз), 289 (7 раз), 269 (4 раза), 285 (3 раза), 291 (5 раз). Распределение осадков здесь неравномерное и в зависимости от высотного предела варьирует от 460 до 1000 мм в год.

Высокая горимость сосновых лесов в условиях КрПЗ обусловлена рядом факторов, основные из которых: сухое жаркое лето, легкая возгораемость лесных горючих материалов, наличие подроста, наличие горельников, высокий антропогенный прессинг.

Территория сосновых лесов отнесена к первому и второму классам природной пожарной опасности. Среднегодовые данные показывают, что средняя продолжительность пожароопасного периода составляет 214 дней: с 1 апреля по 31 октября, пик приходится на май, август и сентябрь. Территория КрПЗ со всех сторон окружена лесохозяйственными предприятиями, в которых уровень охраны значительно ниже, и возникновение пожаров на их территории достаточно часто приводит к пожарам на территории заповедника.

По состоянию на 2000 год было учтено 60 пожаров, к 2014 году их количество уже составило 100 случаев. Со дня организации заповедника с 1923 г. по 2014 г. лесные пожары прошли по площади в 2392,2668 га. На протяжении исследуемого периода средняя площадь одного пожара по учреждению остается высокой и составляет 7,98 га [1, 2]. Однако информации про лесные пожары на территории заповедника до 1963 носят отрывочный характер, не всегда указан вид пожара.

Большая часть лесных пожаров приходится на низовые (99%), верховые составляют 21 га, т.е. менее 1%. Промежутки между самыми значительными пожарами составляют от 1 до 9 лет и не отражают какой-либо четкой закономерности. До 1990-х годов пики пожаров по площади наблюдались в 1962, 1967, 1971, 1982 г.г., причем в эти годы не было роста количества пожаров (1-2 возгорания). В сосняках уже в 1980-е г.г. с каждым годом возрастала степень пожарной опасности и после 1990-х г.г. она приобрела взрывоопасный характер. В эти годы количество и площадь пожаров возросли в два-шесть и более раз по сравнению с 1980-ми г.г. Пики пожаров приходятся на 1993, 1994, 2000, 2005, 2007, 2011. Самое большое количество пожаров и их общей площади отмечено в 2007 году – 9 пожаров на площади 306,5741 га, а самый маленький по площади пожар отмечен в 2004 г. размером 0,0001 га.

Детальное изучение проблемы лесных пожаров в рассматриваемом регионе показывает, что основной причиной возникновения пожаров на территории заповедника является антропогенный фактор – 89%, менее 1% составляют природные факторы и 10% – причина лесных пожаров не установлена [2].

Таким образом, на сосновые леса южных склонов Ялтинского амфитеатра КрПЗ приходится более 80 % пожаров, основной причиной которых является антропогенный прессинг. По многолетним данным к нынешнему времени, наблюдается тенденция роста количества и площади лесных пожаров. На основании проведенного анализа рекомендуется усилить охрану сосновых лесов, приграничных территорий заповедника и профилактическую работу.

1. Летописи природы Крымского природного заповедника. 1923-2014гг [Текст]: Арх. КрПЗ. Т.1-68., - Алушта, 1945, 1946-2014.

2. Проект організації території та охорони природних комплексів Кримського природного заповідника [Текст]: в 1 т. 1к. Т. 3 – Ірпінь, 2000. – 680 с.

## **СПОСОБ ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ ДЛЯ МЕБЕЛИ В СТИЛЕ «РУСТИК»**

*В.А. Морозова, М.С. Филаретов*

*Н.Б. Хламов, научный руководитель*

Вологодский институт права и экономики ФСИН России  
г. Вологда

Лесозаготовительная промышленность – основа лесопромышленного комплекса. К сожалению, в настоящее время она убыточна. Традиционно эта отрасль - самая бедная в ряду других отраслей лесопромышленного комплекса. Здесь невысокая заработная плата, тяжелые условия труда и слабая обеспеченность социально-бытовых условий. Более того необходимо рационально использовать лесные ресурсы, в том числе и древесину с пороками (кривизна ствола, сбежистость, сучковатость, сухобокость, нарост, ребристость), а так же отходы. Декоративная древесина с пороками, несмотря на длительную историю применения её в сувенирном производстве выбраковывается на нижнем складе. Хотя пороки могут быть широко использованы в производстве особо ценного материала, поскольку обладают красивой текстурой. При определении ценности древесины с пороками для дальнейшего использования необходима качественная ее очистка от коры. Ценность отходов значительно повышается, если они окорены. При окорке вместе с корой удаляются песок, ил и различные включения, попадающие в кору при заготовке и сплаве сырья. По-

этому при распиловке окоренных бревен повышается стойкость пил, а в связи с этим уменьшаются расход инструмента и мощность на пиление.

В настоящее время большую популярность приобрёл стиль «Рустик». Для изготовления мебели в этом стиле очень ценна древесина имеющая пороки, для создания неповторимого дизайна. Ведь чем необычнее форма ствола дерева, тем интереснее получается изделие. В переводе с латинского «Рустик» означает грубый, неотёсанный, простой. Массивные стволы деревьев, используемые в качестве опор, и в то же время рассматриваются как декоративные элементы. Очищенные от коры, они сохранили первоначальную пластику: видны каждый изгиб, каждое утолщение, каждый сучок. Стиль «Рустик» очень близок к русскому стилю обустройства своего жилища.

Цель работы – продемонстрировать возможность использования нетоварной древесины для изготовления полезных, востребованных изделий. Таковой является мебель для дачных, загородных домов в стиле «Рустик».

Для её изготовления используется несортный круглый лесоматериал небольшого диаметра (от 8 до 16 см) и небольшой длины (не более 2 м). На гражданских предприятиях и УИС такой тонкомер не используют даже на дрова, но из него можно делать востребованную мебель. Технология её изготовления не требует каких-либо финансовых вложений.

Следует отметить достоинства данной мебели и технологии её изготовления: высокая экологичность, т.к. используется только натуральная древесина; низкая себестоимость из-за использования «бросового» сырья; отсутствие дополнительных финансовых инвестиций для реализации технологии.

Также ряд достоинств данной технологии особенно актуален для УИС: простота технологии, нет необходимости приобретать новое дорогостоящее оборудование; достаточно значительная доля ручного труда, что положительно скажется на трудозанятости; технологические операции простые, не требуют высокой квалификации рабочих.

Для изготовления изделий первоначальной обязательной операцией является окорка сырья. В современных технологиях преобладает механический способ окорки древесины с использованием ножей, фрез, скребков, но при этом методе вместе с корой снимается и верхний слой древесины, поскольку резцы не могут точно копировать поверхность круглых лесоматериалов с макронеровностями. Поэтому операция окорки древесины с пороками происходит с потерей полезной древесины и это способ применяем для крупных товарных сортиментов.

Применительно к нашим изделиям подходит один из наиболее современных и перспективных способов окорки древесины струйно-гидравлический метод. При гидравлическом способе окорки кора удаляется с помощью водяной струи, точно копируя все неровности ствола и не повреждая его.

Преимущества использования высокого давления:

- Обработка любой формы бревен не вызывает затруднений;
- Устранение проблем, связанных с быстрым износом режущих элементов;
- Высокая скорость ошкуривания бревна;
- Более качественная поверхность после обработки;
- Обработанные таким способом бревна более устойчивы к внешним воздействиям;
- Этот способ позволяет сохранить природные свойства дерева неизменными.

Струя представляет собой гибкий режущий инструмент, обладающий высокими динамическими характеристиками и позволяющий точно копировать поверхность древесины с пороками.

1. Сайт Стройиндустрия [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.stroindustri.ru/prakticheskie-sovety/sr.php> (дата обращения 20.03.2015)

2. Патент РФ №2340444 МПК В27L1/14. Устройство для окорки древесины / Егошин Е.В., Царев Е.М.; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Марийский государственный технический университет.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА ОСУЖДЕННЫХ НА ЛЕСОВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТАХ**

*М.Н. Мухин*

*Н.Н. Стребков, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент  
Вологодский институт права и экономики ФСИН России  
г. Вологда*

Основой лесопромышленного комплекса УИС традиционно являются предприятия, специализирующиеся на лесозаготовке и деревообработке.

В процессе организации работ одной из ключевых сложностей является крайне низкий образовательный уровень осужденных, значительное число осужденных не обладают трудовыми навыками, достаточно часто встречаются осужденные, которые вообще никогда и нигде не работали.

Для увеличения занятости осужденных в исправительных учреждениях целесообразно рассмотреть возможность организации их труда на лесовосстановительных работах.

Основная масса проводимых учреждениями ФСИН России работ по лесовосстановлению проводится в девяти территориальных органах, а именно: в

Республике Коми, Красноярском и Пермском краях, Архангельской, Иркутской, Кемеровской, Кировской, Нижегородской и Свердловской областях.

По данным, представленным управлением организации производственной деятельности и трудовой адаптации осужденных ФСИН России за 2013 год, в лесовосстановительных мероприятиях участвовали более 50 учреждений из вышеперечисленных регионов. Было задействовано свыше 500 осужденных. Посадочный материал приобретался у сторонних организаций, хотя в ряде учреждений имеются собственные лесосеменные питомники (УФСИН по Архангельской и Кировской областям, а также ГУФСИН по Красноярскому краю). Объем выполненных работ составляет около 4,5% от общей площади лесовосстановления по указанным территориям и 1,5% от общероссийских объемов.

Проведение лесовосстановительных работ с использованием различных современных приспособлений не требует привлечения высококвалифицированной рабочей силы, не предъявляет ограничений к посадочному и посевному материалу, а также к условиям работ.

Лесовосстановительные работы в комплексе являются созидательным трудом, что в полной мере соответствует воспитательной и исправительной деятельности пенитенциарных учреждений, кроме того, территориальная привязанность учреждений способствует их участию в полном комплексе лесокультурных мероприятий. К данному виду работ можно привлечь осужденных, отбывающих наказание в колониях – поселениях.

Правильная организация лесозаготовительных колоний-поселений позволяет максимально привлекать осужденных к общественно полезному труду.

Для проведения лесовосстановительных работ также необходимо создание питомников хвойных пород с целью выращивания саженцев, которые должны быть использованы при проведении работ или реализованы арендаторам лесных угодий. Это позволит получить дополнительные финансовые ресурсы.

Создание дополнительных рабочих мест позволит увеличить занятость осужденных на оплачиваемых работах, привлечет дополнительные финансовые средства и ресурсы для производственно-хозяйственных нужд, повысит социальную значимость уголовно-исполнительной системы, а также будет способствовать улучшению экологической обстановки.

## ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ УСТАНОВКА ПО ТЕРМООБРАБОТКЕ ИЗМЕЛЬЧЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

**Ф.В. Назипова**

**Р.Р. Хасанишин**, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент

Казанский национальный исследовательский технологический университет  
г. Казань

XXI век становится веком активного использования композитных материалов. Военно-промышленный комплекс, медицина, самолетостроение, строительные материалы – ни одну из этих отраслей уже невозможно представить без активного участия композитных материалов [1]. ДПК состоит из нескольких составляющих: измельченная древесина, полимер, аддитивы и добавки [2]. От традиционных древесно-наполненных пластмасс (ДНП) композитные материалы отличаются высоким (более 50%) содержанием древесины по массе в составе общей композиции и соответствующим ее влиянием на свойства готового продукта. В ДНП древесного наполнителя немного, и свойства такой пластмассы определяются в основном свойствами полимера. А когда древесины становится больше, то свойства композита определяются уже: 1) свойствами матрицы; 2) свойствами частиц древесины; 3) характером связей между древесными частицами и матрицей; 4) структурой полученного композита. Содержание древесины в составе древесно-полимерного композита на основе термопластичных смол может меняться в широких пределах. Большинство американских производителей работают пока с составами, содержащими 50–70 % древесины. Европейские разработчики технологий экструзии ДПК стремятся получать композиции, содержащие более высокое наполнение древесиной – до 80% и более.

Измельченная древесина представляет собой технологическую щепу, опилки или древесную муку различных фракций. Чем мельче размер частицы, тем лучше она пропитывается полимерным связующим. Значит материал лучше выдерживает внешние нагрузки. В большинстве случаев размер древесных частиц в композите находится в пределах от 500 до 50 мкм. Частицы древесной муки могут принимать самые разнообразные формы. Отношение длин частиц муки к их ширинам находится в пределах от 1:1 до 4:1 [2]. Существуют различные способы модификации технологической щепы: в вакууме, в среде топочных газов, контактным методом [2]. Самыми первыми агрегатами для сушки стружки в производстве стружечных плит были сушильные барабаны. В них материал перемешивался за счет медленного вращения барабана диаметром 2-3 м, а сушка выполнялась с помощью горячего воздуха, продуваемого мощным вентилятором через барабан. Недостатками такой конструкции были неравномерная конечная влажность стружки и налипание смолы на внутренние поверхности барабана.

Для повышения качества древесного сырья к различным воздействиям, на кафедре архитектуры и дизайна изделий из древесины ФГБОУ ВПО «КНИТУ» предложен способ термической обработки древесного сырья в усовершенствованной барабанной сушилке. Это объясняется тем, что процессы теплообмена протекают в данных устройствах достаточно интенсивно и экономично благодаря хорошему контакту между обрабатываемым сыпучим материалом и тепловым агентом. Установка представляет собой цилиндрический кожух, который разделен на две части: первая часть стационарная (т.е. неподвижная), вторая часть подвижная, вращающаяся. Главным рабочим органом установки является шнек (вал с винтовой нарезкой). Привод осуществляется от электродвигателя. Расположение барабана - горизонтальное (для обеспечения оптимальных условий работы, исключения значительного осевого давления барабана, износа катков, нарушения концевых уплотнений). Вращающаяся часть корпуса оснащена дополнительным барабаном, выполненным в виде спирали. По всей длине установка оснащена нагревательными элементами. Нагревательные элементы установлены на внешней поверхности кожуха под слоем теплоизолирующего материала. Процесс термомодификации происходит следующим образом: исходный материал подается в бункер, перемещаясь по первой части установки, немного подсушивается, проходит во вращающийся участок, где происходит основной процесс модификации. В результате получаем термомодифицированную щепу, обладающую следующими свойствами: устойчивая к гниению; равновесная влажность сохраняется на уровне 3-5%; не меняет свои геометрические параметры от влияния температуры и влажности; обладает пониженной гигроскопичностью. Основными плюсами данной установки являются: простота обслуживания, высокая производительность, малый срок окупаемости, ремонтпригодность, малая длительность подготовки производства.

На выходе из установки термомодифицированная щепка имеет ряд важных характеристик: влажность – 6–8%; цвет – получают новый цвет, который содержится в полном объеме, т.е. в дальнейшем не нужно подкрашивать; биостойкость – повышается стойкость к гниению; безопасность – экологически чистый продукт.

Основными достоинствами барабанных аппаратов являются: большая единичная производительность, простота конструкции и эксплуатации, возможность высокой степени механизации и автоматизации процесса.

1. Хасаншин, Р.Р. Термическая обработка древесного наполнителя в производстве композиционных материалов / В.А. Лашков, Р.Р. Сафин, Ф.Г. Валиев // Вестник Казан. технол. ун–та. – 2011. – № 20. – С. 150–154.

2. Назипова, Ф.В. Установка для термической обработки измельченной древесины / Ф.В. Назипова, Ш.Р. Мухаметзянов // Деревообрабатывающая промышленность. – 2014. – №3. – С. 49-51.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПАРКОВ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

*И.А. Неманова, Е.Д. Кутькина*

*М.М. Андропова, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский институт права и экономики ФСИН России

г. Вологда

Малые города и населенные пункты могут наряду с крупными городами являться центрами острых экологических проблем, без решения которых невозможен переход общества к устойчивому развитию. Растения, проявляющие специфические реакции на присутствие в воздушной среде примесей, могут быть использованы в качестве биологических индикаторов загрязнения воздуха.

Целью работы явилось изучение реакции березы повислой (*Betula Pendula Roth.*) на состояние воздушной среды населенных пунктов Вологодской области. В качестве объектов исследования выбраны парки в г.г. Сокола и Грязовца и с.Кубенское Вологодского района.

Для всех деревьев *Betula Pendula Roth.*, произрастающих на исследуемых территориях, проводилась оценка, которая включает в себя фиксацию диаметра ствола, высоты и жизненной формы растения.

Для определения санитарного состояния насаждений были определены пороки и категория состояния деревьев. По методике и шкале среднего балла состояния отдельных видов (*K*) [2] изучено состояние насаждений на исследуемых территориях. Изучено состояние воздушной среды методом флуктуирующей асимметрии [1].

Результаты исследований показывают, что наибольшему воздействию подвергаются деревья в парке г.Сокола: без признаков ослабления лишь 18%; 65% - ослабленные, 14% - сильно ослабленные. Кроме того, отмечается наличие сухостоя текущего года (табл. 1). Средний балл составляет  $K = 2,0$ , что характеризует насаждение как ослабленное.

Таблица 1

**Санитарное состояние деревьев *Betula Pendula Roth.*  
изучаемых объектов, %**

Древесная порода	Классы санитарного состояния					
	Без признаков ослабления	Ослабленные	Сильно ослабленные	Усыхающие	Сухостой текущего года	Сухостой прошлых лет
Парк советско-финской дружбы (г.Сокол)	18	65	14	-	2	-
Парк 50-летия Победы (г.Грязовец)	70	30	-	-	-	-
Парк в с.Кубенское	40	60	-	-	-	-

Таблица 2

**Характеристики деревьев и пороков *Betula Pendula Roth.*  
изучаемых объектов**

Исследуемый объект	Средние		Пороки							
	высота, м	диаметр	пороки формы ствола	%	трещины	%	биологические повреждения	%	грибные поражения	%
Парк, г.Грязовец	30, 7	18	Кривизна	4 6	Морозобойная	8	березовый пилильщик	2 1	бурая пятнистость	33
			Двойная вершина	8						
Парк, с. Кубенкое	23	29, 6	Кривизна	7	морозобойная	1 3	березовый пилильщик	9	бурая пятнистость	42
Парк, г.Сокол	11, 6	20, 9	кривизна	6	морозобойная	8	березовый пилильщик	3 3	бурая пятнистость	49

В наилучших условиях находится парк г.Грязовца: 70% деревьев без признаков ослабления, ослабленных деревьев – 30% (табл. 1). При этом средний балл насаждения  $K = 1,3$ , что характеризует его как здоровое.

Парк с.Кубенское характеризуется следующими данными: деревьев без признаков ослабления – 40%, ослабленных – 60% (табл. 1). При этом средний балл  $K = 1,6$  – ослабленное насаждение.

В процессе мониторинга парковых насаждений населенных пунктов отмечено наличие признаков ослабления деревьев, таких как морозобойные трещины в нижней части стволов, бурая пятнистость листьев березы (*Marssonina betulae (Lied.) Magn.*), свидетельствующие о периодическом воздействии на дендрофлору климатических и техногенных стрессовых факторов.

Наибольшему поражению подвержены насаждения в г.Соколе (у 49% деревьев отмечено наличие бурой пятнистости и 33% - березового пилильщика) (табл. 2).

Показатели асимметрии листьев во всех пунктах сбора соответствуют I баллу (условная норма), т.е. насаждения березы повислой изучаемых объектов находятся в условно благоприятных экологических условиях.

1. Захаров, В.М. Здоровье среды: практика оценки / В.М. Захаров, А.Т Чубинишвили, С.Г. Дмитриев и др. – Москва, 2000. – 320 с.

2. Фёдорова, Ю.К. Состояние древесных растений в районах промышленного загрязнения / Ю.К. Фёдорова, П.Г. Шишкина, Л.Л. Нестерова // Лесное хозяйство, 1987. – С. 67-68.

## ИССЛЕДОВАНИЕ КУЛЬТУР ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО В Г. ГРЯЗОВЦЕ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

*Д.А. Никитин*

*М.М. Андропова, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Вологодский институт права и экономики ФСИН России  
г. Вологда

В соответствии с ГОСТом 17.5.3.04-83 рекультивации подлежат нарушенные земли всех категорий, а также прилегающие земельные участки, полностью или частично утратившие продуктивность в результате отрицательного воздействия нарушенных земель. В том случае, если рекультивация земель в сельскохозяйственных целях нецелесообразна, создаются лесонасаждения с целью увеличения лесного фонда, оздоровления окружающей среды или защиты земель от эрозии; при необходимости создаются рекреационные зоны и заповедники [1].

Объектом исследований являются насаждения дуба черешчатого (*Quercus robur*), расположенного в зеленой зоне г.Грязовца Вологодской области. Насаждения созданы в 1974 г. однолетними сеянцами, выращенными в питомнике Грязовецкого лесхоза, общей площадью 3 га на территории частично рекультивированного карьера. Дуб черешчатый является экстразональным видом для условий Вологодской области. Поэтому природно-климатические факторы места обитания оказывают более сильное влияние на развитие насаждения, чем на аборигенные виды.

Климат Грязовецкого района умеренно континентальный с продолжительной холодной многоснежной зимой, короткой весной с неустойчивыми температурами, относительно коротким умеренно теплым увлажненным летом, продолжительной и ненастной осенью. Период с отрицательными температурами воздуха длится 160 дней, с температурами ниже ( $-5^{\circ}\text{C}$ ) – 120 дней, ниже ( $-10^{\circ}\text{C}$ ) – 60 дней, ниже ( $-15^{\circ}\text{C}$ ) – 30 дней.

Период с положительными температурами выше  $0^{\circ}\text{C}$  составляет 205 дней, выше  $+5^{\circ}\text{C}$  – 165 дней, выше  $+10^{\circ}\text{C}$  – 115 дней.

По лесорастительному районированию территория участка относится к южной подзоне тайги.

Общий рельеф местности равнинный с небольшими уклонами. В ходе изучения района расположения культур выявлены два участка, отличающиеся микрорельефом и условиями произрастания (освещенность, влажность почвы).

Почвы дерново-сильноподзолистые на покровной глине. Грунтовые воды залегают на глубине 2-2,5 м.

Схема закладки культур дуба черешчатого следующая: между рядами 2,0 м, в ряду – 1,3 м, общее количество высаженных растений 1200 шт.

После закладки культур проводились агроходы в течение 3-х лет путем рыхления почвы, прополки, рубок ухода с вырубкой нежелательных листовых пород. В 1982 г. выпавшие деревья заменялись саженцами ели, в 1999 г. - саженцами дуба черешчатого. В настоящее время таксационная характеристика насаждения 8Д2Е.

Отсутствие в настоящее время рубок ухода и высокая плотность посадки приводит к изреживанию деревьев и препятствуют их нормальному росту (рис.). Деревья имеют неширокую крону (табл.), расположенную в верхней трети по высоте ствола.

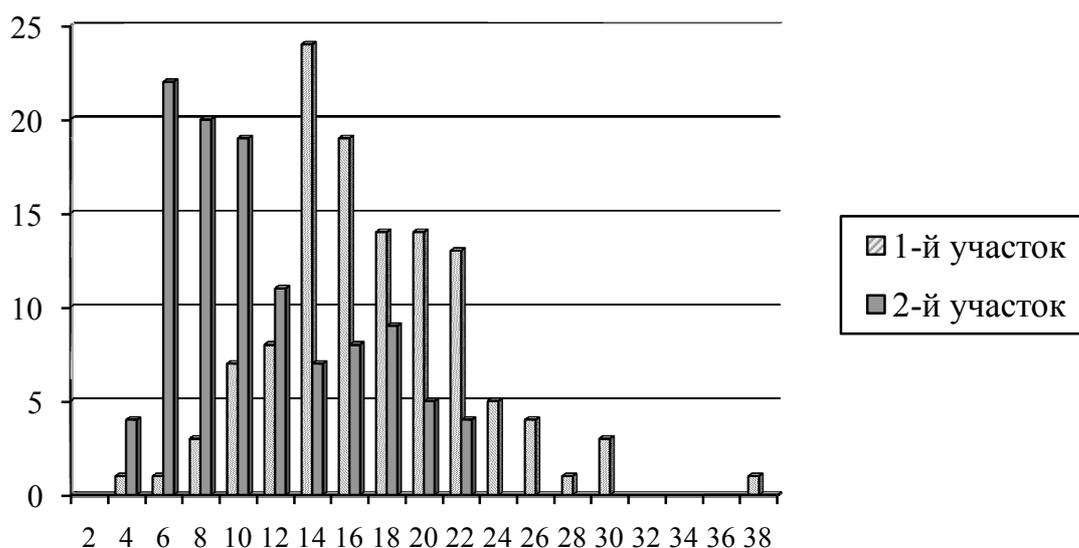


Рис. Распределение дуба черешчатого по диаметру стволов на высоте 1,3 м

Таблица

### Параметрические характеристики стволов дуба черешчатого

Показатели	Номер участка	
	1	2
Диаметр ствола на высоте 1,3 м, см	16,5±0,5	9,8±0,5
Диаметр кроны, м	2,4±0,1	2,3±0,1
Высота ствола, м	13,8±0,8	11,8±0,6

Второй участок характеризуется наличием большего числа тонкомерных молодых деревьев и, как следствие, меньшими значениями средних показателей: диаметр, высота, годовые приросты по диаметру ствола и высоте.

Таким образом, в результате проведенных исследований получены некоторые результаты, характеризующие параметрические показатели стволов. Дальнейшие исследования в этом направлении позволят сделать научно обоснованные выводы о влиянии антропогенных и экологических факторов на рост и развитие вида в условиях интродукции.

1. ГОСТ 17.5.3.04-83. Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель. – Введ 01.07.1984. – Москва : Стандартинформ, 1986. – 8 с.

## ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ УЧЕТ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ (DOCWOOD)

*К.Н. Остроухов, А.Ю. Соковиков, Н.Г. Родионов  
А.Б. Бессонов, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

Уральский государственный лесотехнический университет  
г. Екатеринбург

*В.В. Захаров, научный руководитель, менеджер проекта DocWood*  
ООО «ВИРТ ПРОЕКТ»  
г. Екатеринбург

Федеральный закон Российской Федерации от 28 декабря 2013 г. N 415-ФЗ регламентирует с 01 февраля 2014г. обязательный учет заготавливаемой древесины, маркировку древесины, транспортировку древесины, декларацию о сделках с древесиной посредством Единой государственной информационной системой учета древесины (ЕГАИС). С 01 января 2015г. создан и функционирует Интернет-портал ЕГАИС (<http://egais-les.ru/portal/egais/>), а с 01 июля 2015г. в течение 6 месяцев начинается тестирование ЕГАИС с обязательным привлечением хозяйствующих субъектов рынка лесозаготовок и транспортировки древесины России. С 01 января 2016г. за нарушение требований N 415-ФЗ вводится административная ответственность с минимальным штрафом от 300 тыс. руб. за одно нарушение и уголовная ответственность руководителя хозяйствующего субъекта за систематические нарушения федерального закона.

Проведенные экспертные, проблемные и решенческие интервью с представителями органов государственной власти, малых предприятий, лесхозов, организациями ГУФСИН в Свердловской области показывают: 1) высокую заинтересованность и мотивацию руководителей хозяйствующих субъектов на рынке древесины в выполнении норм федерального закона; 2) низкий уровень автоматизации учета древесины и сделок с ней; 3) неспособность существующих информационных технологий формировать данные для ЕГАИС в реальном времени с сохранением достоверности и целостности.

Целью проекта DocWood (<http://docwood.ru/>) является автоматизация лесозаготовительного учета и сдачи отчетности в ЕГАИС.

Результатом проекта является кроссплатформенное (MS WINDOWS, Google Android, Apple iOS) многопользовательское приложение для производственного учета на лесозаготовительном предприятии, созданное с использованием технологий Microsoft, и интегрируемое с системами бухгалтерского учета (1С, СКБ-Контур) и ЕГАИС.

Основные учетные функции: работы на ручных и механизированных (с использованием комплексов Harvester-Forwarder) лесозаготовительных участ-

ках; заготовка и отпуск древесины по нижнему, верхнему складам, на сторону; рабочее время бригад; запчасти, ГСМ, и др. материалы для заготовки и вывозки древесины. Основные отчетные функции по формированию: нарядов-актов; таблицей; материальных отчетов; авансовых отчетов; реестров реализации продукции; движения древесины; заборных ведомостей. Группы пользователей приложения DocWood: бригадиры лесозаготовительных бригад, учетчики древесины, механики, мастера лесозаготовок, бухгалтеры, гл. инженер, руководитель, собственник.

В январе-феврале 2015г. в Свердловской области система производственного учета прошла полигонные испытания на лесозаготовительном предприятии с объемом заготовок древесины более 200 тыс. куб. м. в год с семью, территориально распределенными, лесозаготовительными участками с разными технологиями рубок, и показала наличие технологического, прагматического и экономического эффекта для целевого потребителя-покупателя DocWood.

Авторами предложена монетизация проекта DocWood, заключающаяся во взимании платы с предприятия-пользователя за учет и регистрацию в ЕГАИС 1 куб. м. древесины.

Проект DocWood поддержан малым инновационным предприятием ООО «ВИРТ ПРОЕКТ» (<http://virt-projekt.com/>), 2014г., ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет» (<http://usfeu.ru/>), 2014г., ФГАОУ ВПО «УрФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина» (<http://urfu.ru/>), 2014г., Фондом содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (<http://fasie.ru/>) по программе «УМНИК» (направление Н1 – Информационные технологии), 2014г., Фондом развития Интернет-инициатив - ФРИИ (<http://www.iidf.ru/>) по программе Harvest 2.0 в Екатеринбурге, 2014г. и по заочной преакселерационной программе, 2015г., Microsoft по программе VIPP вертикально интегрированных приложений (<https://mspartner.microsoft.com>), 2015г., прошел интенсивную программу развития бизнеса в IT акселераторе УрФУ и победил в номинации «Мечта покупателя», 2015г.

## ВЛИЯНИЕ АССИМИЛЯЦИОННОГО АППАРАТА НА СМОЛОПРОДУКТИВНОСТЬ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

**Н.О. Пастухова, Е.П. Хабарова, О.П. Лебедева**

**В.В. Петрик**, научный руководитель, д-р с.-х. наук, профессор

**П.А. Феклистов**, научный руководитель, д-р с.-х. наук, профессор

**Н.А. Бабич**, научный руководитель, д-р с.-х. наук, профессор

Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова  
г. Архангельск

Смолопродуктивность сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) во многом зависит от скорости протекания физиологических процессов в стволе дерева. В первую очередь они связаны с работой ассимиляционного аппарата, при интенсивной работе которого выделение живицы в древостое возрастает.

Состояние хвои крон деревьев - основной аспект, влияющий на работу ассимиляционного аппарата. Благодаря процессу ассимиляции углерода хвоя является источником органических соединений, которые, в свою очередь, доставляют в ствол дерева материал, необходимый для образования живицы [1]. Следовательно, хвоя как орган ассимиляции имеет хоть и косвенное, но важное значение в образовании данного продукта жизнедеятельности сосны, поэтому величина и интенсивность действия ассимиляционного аппарата играют большую роль в определении смолопродуктивной способности отдельного дерева и насаждения в целом [2].

Цель наших исследований – изучить влияние ассимиляционного аппарата на смолопродуктивность сосны обыкновенной. Для достижения поставленной цели заложены пробные площади на территории Усть-Двинского участкового лесничества и Исакогорского участкового лесничества Архангельской области в сосняках кустарничково-сфагнового осушенного и неосушенного типов леса.

Смолопродуктивную способность каждого дерева сосны определяли по длине потека живицы. Способ заключается в подрумянивании коры дерева на высоте груди, а затем специальным приспособлением со встроенным в него лезвием наносится равновеликое ранение на глубину 1 см. По истечении 10 часов измеряется длина потека живицы. Для повышения точности результатов исследований наносили четыре ранения по сторонам света на подрумяненные части ствола дерева. По истечении указанного времени производили замер потоков живицы и высчитывали их среднее арифметическое значение.

Ассимиляционный аппарат деревьев сосны изучался на средних ветках модельных деревьев. Условно разделив крону на три равные зоны, мы выбрали среднюю ветвь из каждой части кроны дерева. У ветвей была собрана однолетняя хвоя, затем двухлетняя и так далее по годам. Хвоя каждого года взвешивалась на технических весах НЛ-100 и отбиралась средняя по размерам хво-

инка, у которой измерялись биометрические показатели (длина, ширина, толщина). По данным показателям определялась площадь средней хвоинки каждой части кроны дерева.

На основании полученных данных можно отметить, что у всех модельных деревьев на пробных площадях наблюдается следующая тенденция: с увеличением площади и массы хвои на дереве увеличивается средняя длина потёка живицы.

Согласно данным корреляционного анализа на пробных площадях прослеживается достоверная связь между смолопродуктивностью и параметрами ассимиляционного аппарата. На основании полученных значений коэффициентов корреляции и корреляционного отношения по классификации М.Л. Дворецкого прослеживается значительная и высокая связь у таких параметров, как площадь и масса хвои на дереве (Усть-Двинское участковое лесничество  $r = 0,48 \pm 0,2$  и  $r = 0,49 \pm 0,2$  соответственно; ПП Исакогорского лесничества -  $r = 0,67 \pm 0,1$  и  $r = 0,7 \pm 0,1$  соответственно). Значение корреляционного отношения превышает значение коэффициента корреляции, что свидетельствует о криволинейной связи между параметрами ассимиляционного аппарата и смолопродуктивностью сосны.

Также в ходе исследований было установлено, что связь ассимиляционного аппарата со смолопродуктивностью зависит от полноты насаждения и условия произрастания. На ПП в Исакогорском участковом лесничестве полнота 0,4, условия для роста и развития кроны преобладают над древостоями с большей полнотой (0,6) в Усть-Двинском участковом лесничестве, следовательно, из-за увеличения светового режима скорость процессов ассимиляции возрастает и органические соединения, необходимые для образования живицы, быстрее поступают в ствол дерева, что влечет за собой увеличение смолопродуктивной способности соснового древостоя.

Как было отмечено, исследования проводились в осушенном и неосушенном кустарничково-сфагновом типе леса. Среднее значение длины потека в неосушенном древостое с меньшей полнотой (0,4) превышает значение средней длины живицы в осушенном сосняке с полнотой 0,6 ( $14,8 \pm 2,24$  и  $11,3 \pm 2,05$ , соответственно). Можно предположить, что с увеличением влажности почвы смолопродуктивность древостоя возрастает.

1. Дружинин, Н.А. Прижизненное и побочное пользование осушаемых лесов Вологодской области / Н.А. Дружинин, Ф.Н. Дружинин, А.С. Пестовский и др. ; под. общ. ред. А.С. Новоселова. – Вологда: ИЦ ВГМХА, 2011. – 192с.

2. Медников, Ф.А. Подсочка леса / Ф.А. Медников. – Москва : ГОСЛЕСБУМИЗДАТ, 1955. – 280 с.

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ПРИЕМКЕ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

*Е.Ю. Романовский, А.А. Яблоков, А.В. Глазков  
Д.В. Титов, научный руководитель, канд. техн. наук*  
Вологодский институт права и экономики ФСИН России  
г. Вологда

Приемка круглых лесоматериалов на нижнем складе деревообрабатывающего производства производится с целью контроля качества поставляемого сырья и оценки его стоимости. Процесс измерений достаточно трудоемок и занимает, как правило, много времени.

Попробуем представить, по какому параметру можно спрогнозировать результаты для сокращения времени при измерении однотипных объектов. Так как лесоматериалы зачастую поставляются лесовозами в пачках одного-двух сортов и приближенного среднего диаметра, можно составить модель прогнозирования результатов измерений в процессе приемки штабелей круглого леса. Для этого используем метод линейной регрессии с применением MS Excel.

Реализация метода линейной регрессии средствами MS Excel представлена на рисунке. Столбец X представляет собой набор эталонных величин (данные, с которыми проводится сравнение на предмет отклонения). В столбец Y заносятся данные, полученные экспериментально, в процессе приемки леса.

Степень соответствия  $X_1$  и  $X_2$  показывает, например, подтверждаются ли теоретические данные экспериментом, или наоборот, требуется проверить данные эксперимента существующей теорией.

$X_1$	$X_2$	Y
0	0,9	0,411
1	0,65	1,335
2	2,6	2,258
3	3,6	3,181
4	3,45	4,104
5	4,6	5,027
6	6,3	5,950
7	6,4	6,874
8	8,3	7,797
9	9,4	8,720
10	9,1	9,643

коэффициенты уравнения линейной регрессии:

$$k = 0,9231818 \quad b = 0,4113636$$

Линейная регрессия  $y=kx+b$

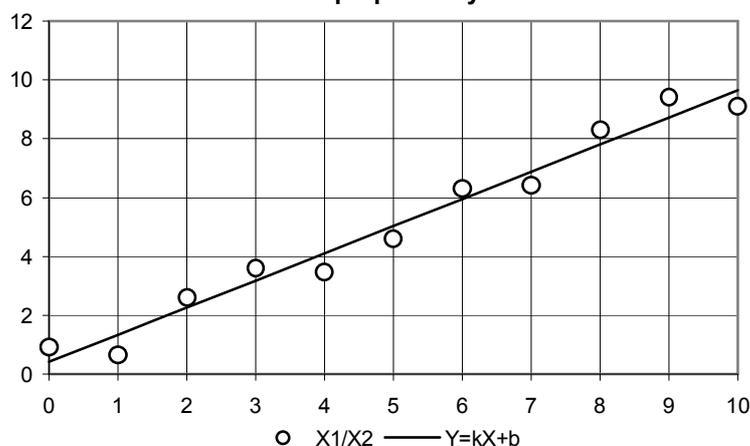


Рис. Применение метода линейной регрессии в обработке экспериментальных данных

Метод линейной регрессии позволяет получить уравнение прямой, с помощью которого можно прогнозировать значения измерений при проведении эксперимента в будущем.

Таким образом, используя данную несложную модель можно определять выход продукции и выполнять задачи прогнозирования в процессах деревообработки, применяя для этих целей соответствующие программное обеспечение.

1. Титов, Д.В. Моделирование и оптимизация процессов: методические указания для практических и лабораторных работ для направления подготовки 250400.62 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств» / Д.В. Титов. – Вологда: ВИПЭ ФСИН России, 2014. – 19 с.

## ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

*В.В. Русанова, В.О. Васильева*

*Д.В. Титов, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*

*Вологодский институт права и экономики ФСИН России*

*г. Вологда*

Для исследования различных потоковых производственных систем их необходимо представить в виде систем массового обслуживания (СМО) – стохастических, динамических, дискретно-непрерывных математических моделей. Исследование характеристик таких моделей может проводиться либо аналитическими методами, либо путем имитационного моделирования [1].

Одним из наиболее эффективных и распространенных языков моделирования сложных дискретных систем является в настоящее время язык GPSS. Он может быть с наибольшим успехом использован для моделирования систем, формализуемых в виде систем массового обслуживания.

В процессе моделирования исследуются:

– модель деревообрабатывающего цеха с оборудованием.

Определяются:

- коэффициенты загрузки деревообрабатывающего оборудования;
- максимальное, среднее и текущее число деталей в каждой очереди;
- среднее время обслуживания в каждом канале обслуживания;
- среднее время нахождения детали в каждой очереди и др.

Рассмотрим это на примере цеха с двумя деревообрабатывающими станками, имеющие собственные (внутренние) параметры. На обработку поступают заготовки с определенным интервалом. Составим имитационную модель, определим необходимые параметры модели и исходные данные для моделирования [2]:

– интервал времени прибытия деталей колеблется в пределах от 9,5 до 10,8 мин включительно;

– после этого детали поступают на 2-й станок для обработки;

– время обработки на 1-ом станке составляет  $4 \pm 0,5$  мин,

– время, обработки на 2-ом станке составляет  $6 \pm 1,2$  мин.

Выходные параметры модели:

– коэффициент загрузки станка №1;

– коэффициент загрузки станка №2;

– максимальное, среднее и текущее число деталей в каждой очереди;

– среднее время обслуживания в каждом канале обслуживания;

– среднее время нахождения детали в каждой очереди и др.

Пример реализации имитационной модели на языке моделирования GPSS представлен на рисунке.

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE.	TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
KASSIR	107	0.244	2.318	1	0	0	0	0	0	0
PRODAVEC	101	0.987	9.925	1	101	0	0	0	0	6

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY
OSHER_PROD	7	7	107	2	3.607	34.250	34.913	0
OSHER_KASSA	1	0	107	107	0.000	3.000	0.000	0

*Рис. Отображение результатов “прогона” имитационной модели*

Таким образом, изучение алгоритмов составления имитационных моделей позволяет получить навыки имитационного моделирования с применением их на практике в производственных подразделениях УИС.

1. Титов, Д.В. Основы теории автоматического управления и моделирования: учебно-методическое пособие. – Вологда : ВИПЭ, 2007. – 65 с.

2. Титов, Д.В. Моделирование и оптимизация процессов: методические указания для практических и лабораторных работ для направления подготовки 250400.62 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств» / Д.В. Титов. – Вологда: ВИПЭ, 2014. – 19 с.

## АНАЛИЗ СИСТЕМЫ УЧЕТА ДРЕВЕСИНЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

*П.В. Севрук*

*С.И. Минкевич*, научный руководитель, канд. с.-х. наук, доцент  
Белорусский государственный технологический университет  
г. Минск

*А.А. Буй*, научный руководитель, канд. с.-х. наук  
Гродненское государственное производственное лесохозяйственное объединение  
г. Гродно

Целью данной работы является анализ существующей системы учета древесины и разработка предложений по ее совершенствованию.

Совершенствование системы учета древесины является важной задачей, поскольку качество и полнота этого учета определяют состояние и эффективность управления таким важным объектом, как леса Беларуси. Лесное законодательство Республики Беларусь ориентировано на обеспечение рационального и неистощительного использования лесов, их охрану, защиту и воспроизводство исходя из принципов устойчивого управления лесами и сохранения биологического разнообразия лесных экосистем [1].

Совершенствование системы учета древесины также важно с точки зрения соответствия международным нормам и требованиям, так как экспортный потенциал лесов будет возрастать и в дальнейшем леса будут являться важной экспортной составляющей экономики страны.

Поиск путей совершенствования системы учета древесины неразрывно связан с реализацией задач, поставленных в Государственной программе развития лесного хозяйства Республики Беларусь на 2011–2015 годы в части приведения стандартов Республики Беларусь на лесопroduкцию в соответствие с европейскими требованиями (термины и определения, методы определения размеров и объема, классификация по качеству) [2].

При анализе системы учета древесины особое внимание уделялось методам и регламентам учета древесины, которые можно использовать при совершенствовании национальной системы учета древесины. Кроме анализа законодательства, были выделены отдельные последовательные технологические этапы учета лесопroduкции и проведен сравнительный анализ учета древесины на этапах первичного учета древесины (лесоинвентаризация и лесоустройства); учет древесины при подготовке лесосеки к рубке (отвод и таксация лесосек); учет заготовки и трелевки лесоматериалов в лесу, на промежуточном складе; учет вывозки лесоматериалов на нижний склад.

В Республике Беларусь действует строгая система учета древесины на всех технологических этапах ее отпуска. Соблюдение требований законов, инструкций и правил обеспечивается многократным контролем независимых ведомств.

Организация процесса лесопользования имеет ясные, четкие и прозрачные процедуры, которые документируются на всех основных стадиях заготовки древесины, начиная от разработки лесоустроительного проекта и заканчивая поставкой древесины потребителю.

Вместе с тем, обилие оформляемых документов, часто дублирующих друг друга при учете заготовленной лесопродукции, слабая развитость средств автоматизации делают учетные операции бюрократически обременительной процедурой. Снижается эффективность анализа информации (в части оперативности) о заготовке и реализации лесопродукции. Одна и та же лесопродукция многократно измеряется на различных стадиях учета, при этом расхождения в объеме лесопродукции не допускаются, вне зависимости от применяемой системы измерений.

Особым образом стоит проблема согласованности требований инструкций и технологических операций по заготовке древесины. Самая очевидная из проблем при заготовке древесины – учет древесины непосредственно на лесосеке. Объем отдельных видов сортиментов (например, дров или балансов) выполняется геометрическим способом, и для этого их необходимо складировать в штабель, что не представляется целесообразным делать на лесосеке по технологическим соображениям.

Также требуют оптимизации и процессы оформления документов, составляемых непосредственно в полевых условиях. Например, длительное время обсуждаемая проблема оформления товаросопроводительных документов непосредственно в месте погрузки лесовоза, т.е. в лесу. Автоматизация этой процедуры в полевых условиях представляется достаточно сложной, так как связана с печатью бумажных документов на бланках строгой отчетности.

Проблемой также является тот факт, что отвод и таксацию лесосек, контроль заготовки древесины на лесосеке, организацию лесозаготовительных работ на лесосеке, приемку готовой лесопродукции может осуществлять одно и то же лицо. Разрешение на рубку древесины – лесорубочный билет, также выдается лесхозом, в том числе для рубок, которые выполняются своими собственными силами. Поэтому дальнейшее разграничение функций контроля и хозяйственной деятельности в рамках лесохозяйственного предприятия является темой, которая уже достаточно продолжительное время обсуждается в системе лесного хозяйства и заслуживает особого внимания и скорейшего решения.

В результате внедрения новых методов и технологий возможен постепенный переход к новой современной системе лесоустройства и реализация новых принципов и методов учета лесопродукции. А именно, разработка новой методики уче-

та лесопroduкции, адаптированной к компьютерным технологиям. Разработка информационной системы контроля и учета лесопroduкции отраслевого уровня.

1. Лесной кодекс Республики Беларусь // Принят 14 июля 2000 г. № 420-3 с последними дополнениями и изменениями от 28 декабря 2009 г. №96-3.

2. Государственная программа развития лесного хозяйства Республики Беларусь на 2011-2015 годы // Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 3 ноября 2010 г. №1626 «Об утверждении Государственной программы развития лесного хозяйства Республики Беларусь на 2011–2015 годы».

## ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН ЛИПЫ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ СПОСОБОВ ИХ ПОДГОТОВКИ К ПОСЕВУ

*О. А. Селищева*

*В.К. Гвоздев, научный руководитель, канд. с.-х. наук, доцент  
Белорусский государственный технологический университет  
г. Минск, Республика Беларусь*

Определение посевных качеств для свежесобранных с деревьев в ноябре семян липы мелколистной и крупнолистной, а также для семян липы крупнолистной, собранных с земли весной в первой половине апреля и стратифицированных в ящиках с песком с апреля по сентябрь на открытой площади показало, что жизнеспособность анализируемых семян составила 70–74%. Наибольшей жизнеспособностью (74%) отличаются семена липы крупнолистной, собранные с земли весной в первой половине апреля и стратифицированные в ящиках с песком с апреля по сентябрь на открытой площади. Для свежесобранных семян липы крупнолистной жизнеспособность составила 72%, липы мелколистной – 70%. Масса 1000 штук свежесобранных семян липы мелколистной составила 31,8 г, липы крупнолистной – 107,5 г. Масса 1000 штук стратифицированных в песке с весны до осени семян липы крупнолистной составила 142,5 г.

Для определения лабораторной всхожести семян липы предварительно проводили предпосевную их подготовку 10 различными способами. Некоторые из них являются относительно простыми и включают в себя намачивание семян в воде, растворе перманганата калия. Другие способы основаны на различных температурных режимах. Положительные результаты наблюдались при проведении стратификации семян липы мелколистной в песке 2 месяца при температуре +18°C, потом 2 месяца при температуре 0°C, затем снова 2 месяца при температуре +18°C в герметичной посуде. Вероятно, основной

причиной отсутствия прорастания семян является недостаточный срок проведения стратификации семян и не способность зародышей к прорастанию.

Также нами были проведены опыты по выявлению глубины высева семян на их грунтовую всхожесть. Стратифицированные в ящике с песком с апреля по ноябрь на открытой площади семена липы крупнолистной высевали в начале ноября на различную глубину: 3,5–4 см, 2 см и на поверхность почвы. Наиболее высокие показатели грунтовой всхожести (около 23,0%) имеют семена, посеянные на глубину 3,5–4 см. При посеве семян на глубину 2 см грунтовая всхожесть составила 19,0%, а при посеве семян на поверхности почвы – всего 13,3%.

### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АГРОТЕХНИКИ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЯНЦЕВ ОСНОВНЫХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ**

*А. А. Семенчина, Е. А. Голышева*

*Г. Г. Романов, научный руководитель, канд. с-х. наук, доцент*

*Сыктывкарский лесной институт*

*г. Сыктывкар*

Одним из приемов повышения энергии прорастания семян хвойных растений, их всхожести и дальнейшего успешного формирования сеянцев являются различные биопрепараты [1]. Одним из таких препаратов, рекомендованных Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Коми могли бы быть разработанные Институтом химии Коми НЦ УрО РАН для сельскохозяйственных растений биопрепараты «Вэрва» и «Вэрва-ель», изготовленные из вытяжки хвои пихты и ели. Однако работы по влиянию данных биопрепаратов на семена и сеянцы хвойных растений в литературе отсутствуют. Этим определяется актуальность, научная и практическая значимость темы исследований.

Цель сообщения – сравнить стимулирующее влияние препаратов «Вэрва» и «Вэрва-ель» на прорастание семян сосны обыкновенной и ели европейской, на рост и формирование сеянцев хвойных растений с закрытой корневой системой.

В задачи исследований входило:

1. Изучить влияние биопрепаратов на энергию прорастания семян сосны обыкновенной и ели европейской.
2. Сравнить влияние биопрепаратов на всхожесть семян сосны и ели.
3. Оценить влияние биопрепаратов на стрессоустойчивость сеянцев хвойных пород и на формирование у них верхушечной почки.

Данная работа была начата 24 апреля 2014 года с обработки семян раствором марганцовки и оставленных на сутки в чашках Петри. На следующий день семена были промыты от раствора марганцовки и обработаны биопрепаратом «Вэрва». В каждую лунку высевали по 3 семени. Далее посеы были покрыты мульчей хвойных пород. Полив производился таким образом, чтобы половина ячейки всегда оставалась влажной. Схема опыта включала следующие варианты:

1. Контроль (без обработки семян биопрепаратами);
2. Обработка семян сосны и ели биопрепаратом «Вэрва-ель»;
3. Обработка семян обоих видов растений биопрепаратом «Вэрва»;
4. Обработка семян смесью биопрепаратов. Повторность опыта – 25-кратная.

Как только появились первые всходы, мы подсчитывали их и измеряли высоту проростков и в дальнейшем уже сеянцев. 13 мая произвели пикировку сеянцев. 8 июля сеянцы были вынесены на улицу для дальнейшего их закаливания. Результаты измерений (таблицы и графики) представлены в нашем докладе.

В результате наблюдений установлено стимулирующее влияние биопрепаратов «Вэрва-ель» и «Вэрва» на темпы прорастания и развития семян и сеянцев сосны обыкновенной и ели европейской.

Отмечено заметное положительное влияние смеси препаратов «Вэрва-ель» и «Вэрва» на энергию прорастания семян сосны обыкновенной и в меньшей мере на семена ели европейской. Из сравниваемых видов растений наибольший эффект от применения препаратов отмечен на семенах и сеянцах сосны обыкновенной.

На всхожесть семян обоих видов растений и темпы их роста также наибольший положительный эффект оказала смесь испытуемых препаратов.

Препарат «Вэрва» оказывает положительное влияние на выход из стресса сеянцев ели европейской, в то время как для сосны обыкновенной подобного эффекта установлено не было.

Препарат «Вэрва» и смесь испытуемых препаратов оказывали заметное стимулирующее влияние на темпы формирования почек сосны обыкновенной, в то время как для ели европейской такого влияния обнаружено не было.

На основании полученных результатов биопрепарат «Вэрва», а также смесь биопрепаратов «Вэрва-ель» и «Вэрва» можно рекомендовать для ускорения проращивания семян и выращивания сеянцев сосны обыкновенной с закрытой корневой системой в производственных условиях тепличного комплекса.

Для повышения стрессоустойчивости сеянцев ели европейской и нормального их развития после пикировки рекомендуется обработка сеянцев препаратом «Вэрва».

1. [www.mshp.rkomi.ru/content/4560/Рекомендации Вэрва-Ель.pdf](http://www.mshp.rkomi.ru/content/4560/Рекомендации_Вэрва-Ель.pdf) (дата обращения 28.10.2014).

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПРИДОРОЖНЫХ ЕЛОВЫХ ИЗГОРОДЕЙ

**Д.Н. Солдатова**

*Г.С. Тутьгин, научный руководитель, канд. с.-х. наук, доцент  
Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова  
г. Архангельск*

Для защиты дорог от внешних заносов, пыли и газообразных токсикантов используют древесные насаждения естественного и искусственного происхождения. Выполняя свои защитные функции, придорожные насаждения сами испытывают негативное воздействие транспортного загрязнения.

Актуальность изучения обусловлена необходимостью постоянного наблюдения и изучения лесных экосистем под воздействием загрязнения.

В качестве объектов исследования были выбраны живые еловые изгороди вдоль автодороги Архангельск-Москва М8. Они находятся в Архангельской области, Шенкурском районе с 400 по 425 км. Было заложено 6 пробных площадей, пять из которых находятся возле дороги, а шестая – контрольная, расположена в 350 м от главной дороги, так как отрицательное воздействие выбросов автомобильного транспорта резко сокращается на расстояниях 100 м.

Оценку состояния деревьев производили в соответствии с Санитарными правилами от 18.05.92 [1]. Для оценки жизненного состояния деревьев вычисляли индекс повреждения древостоев по формуле (1):

$$I = \frac{n_1 \cdot k_1 + n_2 \cdot k_2 + \dots + n_6 \cdot k_6}{N} \quad (1)$$

где  $n_1 \dots n_6$  – количество деревьев I, II...VI категорий повреждения;  $k_1 \dots k_6$  – баллы жизненного состояния категорий деревьев, соответствующие номеру повреждения;  $N$  – общее количество учтенных деревьев на пробной площади.

На рис. 1 и 2 представлено распределение деревьев по категориям состояния на пробных площадях в придорожном и полевом рядах.

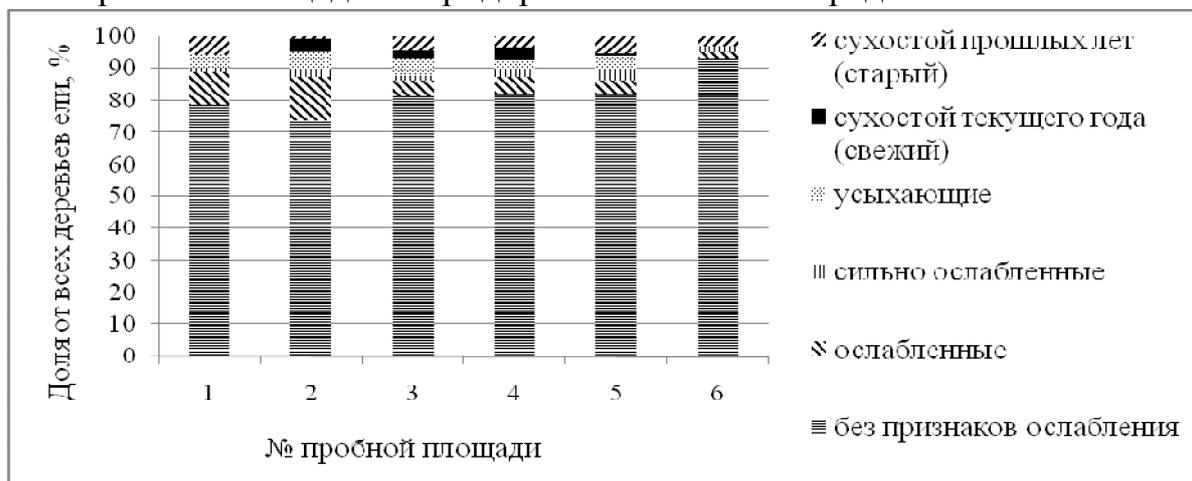


Рис. 1. Распределение деревьев по категориям состояния в придорожном ряду

Из рис. 1 видно, что наименьшее количество деревьев без признаков ослабления на 1 и 2 пробных площадях, оно составляет 79% и 74%. Именно эти пробные площади ближе всего расположены к источнику загрязнения – автомобильной дороге. Наибольшее количество деревьев без признаков ослабления на контрольной пробной площади и составляет 93%.

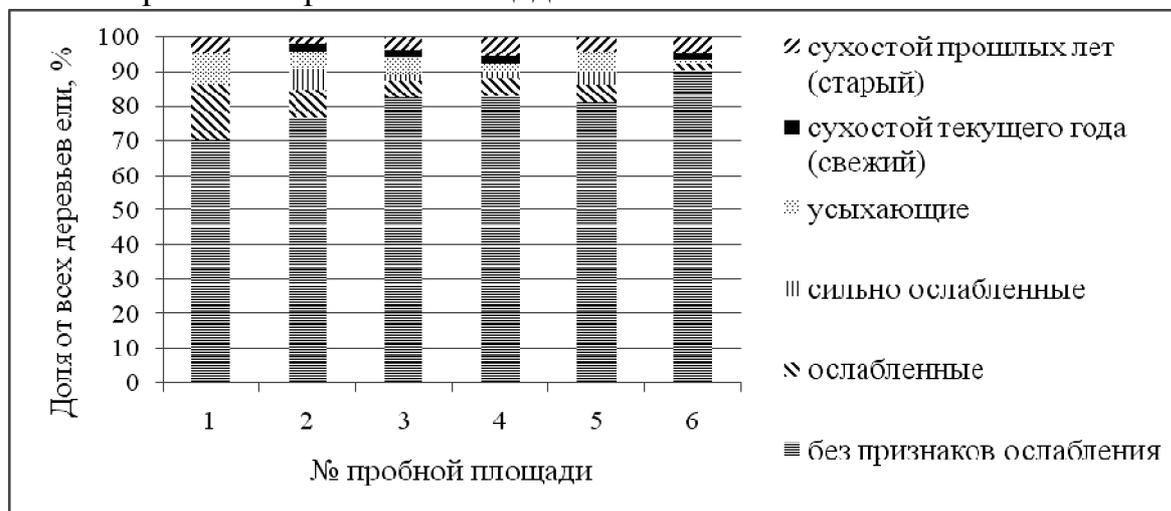


Рис. 2. Распределение деревьев по категориям состояния в полевом ряду

Анализируя данные рис. 2, можно отметить, что и в полевом ряду наименьшее количество деревьев без признаков ослабления на пробной площади 1 и составляет 70%, а наибольшее на контроле – 91%.

На рис. 3 представлены интегральные классы повреждения ели.

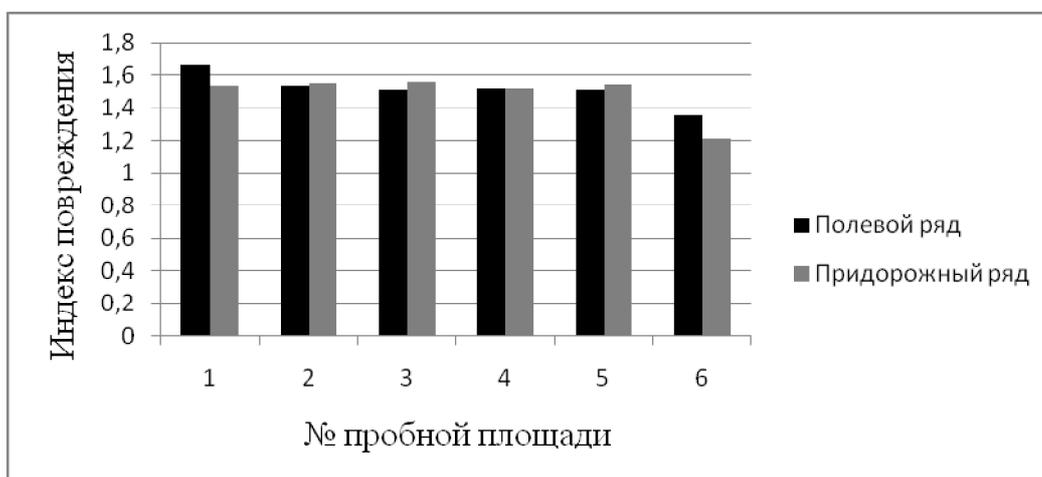


Рис. 3. Индексы повреждения ели на пробных площадях

Степень повреждения ели в придорожном ряду колеблется от 1,21 до 1,53 и в полевом ряду от 1,35 до 1,66. Максимальной величины индекс повреждения достиг на 1 пробной площади и составил в придорожном ряду – 1,53, в полевом – 1,66. По категории состояния древостоев 1-5 пробные площади относятся к средне поврежденным, а контрольная пробная площадь к слабо повре-

жденной. Таким образом, экологическая структура еловых живых изгородей, находящихся рядом с автомобильной дорогой М8, ухудшается.

1. Санитарные правила в лесах Российской Федерации [Электронный ресурс]: утв. Приказ Рослесхоза от 18.05.1992 № 90. – Режим доступа: <http://www.rosleshoz.gov.ru> (дата обращения 10.03.2015).

## ЛЕСОПИЛЬНО-ДЕРЕВОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР (ЛДЦ)

*Д. М. Солнышков, В. А. Раевский*  
*В. В. Таратин*, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент  
Северный (Арктический) федеральный университет  
г. Архангельск

Как показывает мировой опыт, преодолению кризисных явлений в экономике способствует развитие собственных производственных строительных мощностей и в том числе для деревянного домостроения (США, Канада). Необходимость модернизации отечественного отраслевого машиностроения и в том числе для лесопромышленного комплекса (ЛПК) на базе собственных инновационных разработках будет способствовать решению проблемы импортозамещения и в целом повышению технического уровня отрасли и, в частности, таких важных подотраслей ЛПК, как деревянное домостроение и производство столярно-мебельной продукции. Эти подотрасли нацелены, прежде всего, на выпуск продукции с высокой добавленной стоимостью, т.е. продукции, произведенной на оборудовании для глубокой переработки древесины, например, оборудовании для производства деревянных домов.

В качестве одной из таких инновационных, перспективных разработок имеется проект опытно-промышленного многофункционального технологического комплекса с ЧПУ для глубокой переработки древесины “Лесопильно-деревоперерабатывающий центр” (ЛДЦ).

Технологический комплекс ЛДЦ может быть реализован в целом ряде универсальных и специализированных модификаций в соответствии с требованиями потребителей, в том числе в передвижном варианте. Затраты на изготовление базовой модификации предварительно оцениваются как относительно малобюджетные, экономически эффективные, и реализация в производство – с небольшими сроками окупаемости.

Возможность использования ЛДЦ в различных подотраслях ЛПК, например, в деревянном домостроении, с небольшими относительными капитальными затратами для внедрения технологического комплекса ЛДЦ.

Рассмотрим технологическую операцию профилирования сбеговой части брёвен и брусьев (производство заготовок «блок-хаус») на основном перерабатывающем модуле ЛДЦ (рисунок):

1. Зажим бревна;
2. Перемещения модуля вправо (одновременно пиление и профилирование);
3. Поворот бревна и инструментального узла на  $180^\circ$ ;
4. Обратный ход – перемещение модуля влево (дальнейшие операции аналогичны предыдущим).

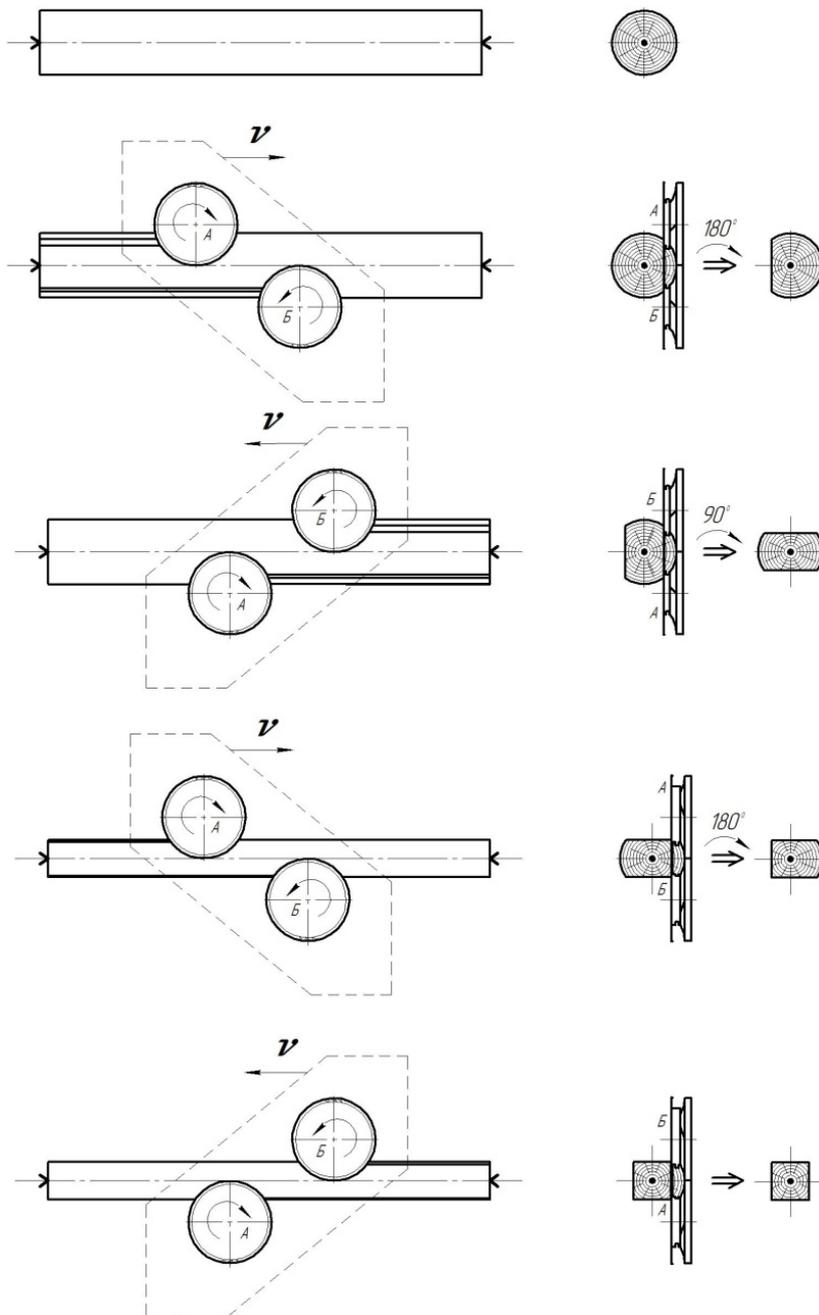


Рис. Схема технологической операции профилирования сбеговой части брёвен и брусьев (производство заготовок «блок-хаус») на основном перерабатывающем модуле ЛДЦ

При переработке не требуется холостого хода инструментальной каретки за счет конструктивного решения. Для всех операций фрезерования предусматривается возможность получения попутной продукции, например, технологической щепы.

1. Патент SU 1819211 МКИ В27В 1/00, 3/ Способ переработки бревен и брусьев на обрезные пиломатериалы и технологическую щепу / Фефилов Л.А., Таратин В.В., Тарутин А.П., Боричев Ю.А.; заявитель и патентообладатель ВНПО Научдревпром-ЦНИИМОД – № 938760241/15; Заявл 15.04.91;.. Оpubл. 30.05.93. Бюл. №20. Открытия, изобретения, 1993.- С.31.

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА АРБОЛИТА В УЧРЕЖДЕНИЯХ УИС

*А.С. Чегодаев*

*Д.В. Титов, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент*  
Вологодский институт права и экономики ФСИН России  
г. Вологда

На протяжении многих лет арболит составлял достойную конкуренцию таким популярным стройматериалам, как кирпич или дерево. В начале 90-х годов, в период перестройки, ситуация в стране резко меняется: степени экологичности и безопасности материала почти не придают значения. На первый план выходит ценовой фактор, и акцент ставится на более дешевом стройматериале. Правда, тенденции, складывающиеся сегодня на строительном рынке, позволяют надеяться на возвращение «эпохи» арболита.

В арболитном блоке используются натуральный природный материал – древесная щепа, но она, благодаря соединению с бетоном, водой и некоторыми химическими элементами, практически не поддерживает горения и без потери основных свойств выдерживает условия «стандартного» пожара (1000°C) в течение 1,5 часов. Бетонное покрытие защищает его от гниения, поражения плесенью и грибок. При этом он пропускает воздух, тем самым обеспечивая вентиляцию помещения. Арболит успешно прошел стандартизацию, сертификацию и все технические испытания [1].

Теплопроводность арболита составляет 0,07-0,17 Вт/мК, в то время как теплопроводность кирпича – 0,45-1,45 Вт/мК, а теплопроводность дерева – 0,15- 0,4 Вт/мК. Стандартный блок из арболита толщиной 30 см по своим тепло- и звукоизоляционным свойствам соответствует кирпичной стене толщиной 90 см, а классической деревянной – толщиной 50 см. Коэффициент звукопоглощения стеновых блоков из арболита от 0,17 до 0,6 (при частотах звука 125-

2000 Гц), в то время, как у кирпича при 1000 Гц звукопоглощение менее 0,04, а у дерева – 0,06-0,1. Сочетание дерева и ячеистого бетона придают арболиту прекрасные звукоизолирующие свойства.

Арболит на 80-90% состоит из древесной щепы. Экологически безопасный: состав материала, как и его производство, безопасны для здоровья человека и окружающей среды. В состав входит древесная щепа, цемент и добавка, которая используется в промышленной очистке воды, что исключает негативное воздействие.

Материал имеет малый вес. Стеновые блоки из арболита имеют вес значительно меньший, чем у многих других конструктивных строительных материалов, позволяя использовать дешевый облегченный фундамент и значительно снижая сложность и стоимость строительно-монтажных работ.

Благодаря крупнопористой структуре, стены из арболита позволяют поддерживать комфортную температуру, обеспечивают хороший воздухообмен, что способствует хорошему микроклимату в помещении.

Арболит обладает хорошей паропроницаемостью – порядка 0,11 мг/(м·ч·Па). Для сравнения: сосна, ель поперек волокон дает паропроницаемость всего 0,06 мг. А это значит, в доме будет не только тепло зимой и прохладно летом, но и влажность воздуха всегда будет комфортно низкой. В помещении из арболитовых блоков никогда не бывает сырости. Арболит хорошо впитывает влагу и также хорошо ее отдает.

Арболит обладает прекрасными строительными качествами: устойчив к механическим и ударным воздействиям, в то же время хорошо обрабатывается режущими инструментами, легко пилится, рубится, легко сверлится, прекрасно держит крепежные элементы (гвозди и шурупы). На арболитовые поверхности хорошо крепятся отделочные материалы. Блоки из арболита имеют качественное сцепление с бетоном и штукатуркой.

Технологический процесс производства арболитовых изделий и конструкций состоит из следующих операций:

- дробления;
- подготовки заполнителя по гранулометрическому составу;
- приготовления химических добавок;
- дозировки компонентов арболита;
- приготовления арболитовой смеси;
- укладки готовой смеси в формы и уплотнения, термообработки сформованных изделий, вызревания при положительных температурах и транспортирования изделий на склад.

Из анализа опыта строительства зданий с конструкциями из арболита, можно сделать вывод, что применение этого материала экономически целесообразно в малоэтажном жилищном строительстве. Строительство из арбо-

лита имеет ряд преимуществ перед традиционными строительными материалами:

– утилизируются неиспользованные отходы деревообработки для получения заполнителя;

– снижается масса зданий и упрощается монтаж конструкций при строительстве;

– сравнительно низкие удельные капиталовложения на изготовление 1 м<sup>2</sup> конструкции и невысокие приведенные затраты.

Актуальность для уголовно-исполнительной системы заключается в снижении общей трудоемкости производства и монтажа, что дает преимущество в условиях организации производства в исправительных учреждениях. Внедрение данного производства в центрах трудовой адаптации осужденных исправительных учреждений позволит обеспечить переработку древесных отходов, внедрить производство нового вида продукции, повысить трудовую занятость осужденных, повысить эффективность производственного сектора уголовно-исполнительной системы.

1. Сайт “Завод по изготовлению арболитовых блоков” [Электронный ресурс] <http://www.arbolit66.ru/#why-arbolit> (12 марта 2015)

2. Сайт “Строим дом из арболита” [Электронный ресурс] <http://www.arbolit66.ru/#why-arbolit> (02 апреля 2015)

## **ПРИМЕНЕНИЕ МАЛОГАБАРИТНЫХ СТАНКОВ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРОВ ТРУДОВОЙ АДАПТАЦИИ УИС**

*П.А.Швецов, А.А.Колесов*

*Н.Б. Хламов, научный руководитель*

Вологодский институт права и экономики ФСИН России

г. Вологда

Главные задачи лесопильной и деревообрабатывающей промышленности – повышение производительности труда за счет внедрения прогрессивной технологии комплекса технических средств на всех стадиях производства, повышение использования пиловочного сырья путем применения рациональной технологии раскроя; сокращение потерь древесины при транспортировке и хранении; использования отходов лесопиления на технологические цели и частично в качестве топлива; улучшения качественной структуры и повышения качества продукции путем увеличения выпуска сухих, обрезных, строганных пиломатериалов и заготовок целевого назначения, организации производства новых видов продукции с улучшенными потребительскими свойствами.

В стандартном домостроении и производстве столярных изделий намечается повышение технического уровня за счет разработки и освоения промышленностью прогрессивных материалов на основе древесных плит; дальнейшего совершенствования конструкции и разработки новых типовых процессов, проектов, в том числе крупнопанельных, с минимальным расходом древесины за счет более широкого применения эффективных заменителей древесины; совершенствование и внедрение технологических процессов на базе нового специализированного оборудования, клеевых конструкций и широкого внедрения электро-пневмоинструмента, специализации и кооперирования предприятий; совершенствование нормативно-технической работы.

В соответствии с общими направлениями развития науки и техники в лесной и деревообрабатывающей промышленности совершенствуется технология, внедряются новые высокопроизводительные линии, высокомеханизированное оборудование, что предъявляет высокие требования к знаниям специалистов в области технологии производства и экономических вопросах. В случае с контингентом, находящимся в местах лишения свободы, становится невозможным создание высокотехнологичных производств.

Исходя из этого в работе предусмотрена разработка конструкции настольного малогабаритного станка на основе ручного фрезера фиолент МФЗ для работы в камерах мастерских при изготовлении криволинейных форм с использованием низкоквалифицированного персонала [1].

Технические характеристики фрезера.

Область применения:

- Фрезерование пазов и канавок, снятие фасок
- Выполнение декоративных фигур и подгонка краев
- Обработка твёрдых пород дерева.

Особенности инструмента:

- Эргономичный дизайн
- Пистолетная основная рукоятка
- Корпус и основание из алюминиевого сплава
- Револьверный шестиступенчатый упор
- Плавный регулятор глубины фрезерования
- Выключатель с фиксацией во включенном положении
- Электронная регулировка частоты вращения шпинделя

Номинальная потребляемая мощность	1100 Вт
Частота вращения шпинделя на холостом ходу	30000 об/мин
Максимальный ход фрезы	50 мм
Диаметр хвостовика фрезы	8 мм
Габаритные размеры	270x128x236 мм
Вес без шнура питания инструмента и принадлежностей	2,6 кг

Особые преимущества:

- Плавный регулятор глубины фрезерования
- Изделие имеет патент Украины №20676
- Корпус из алюминиевого сплава обеспечивают долговечность изделия и отвод тепла.

При выполнении работы требуется разработать конструкцию станка по приведенному его упрощенному изображению и краткой характеристикой, далее разработать технологический процесс изготовления станины и рассчитать нормы расхода основных материалов на производство, также рассчитать потребное количество оборудования на выполнение технологических операций, выполнить спецификацию и чертежи планировки оборудования [2].

Современный специалист должен владеть достаточными знаниями в области проектирования и изготовления промышленных изделий и уметь их применять в своей практической деятельности. На приобретение и закрепление этих знаний направлена данная работа.

1. Сайт Фиолент.ру области [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.phiolent.com/upload/iblock/957/mf3-1100e.pdf> (дата обращения 20.03.2015).

2. Сайт Федеральное агентство по интеллектуальной собственности [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.fips.ru> (дата обращения 20.03.2015).

## СИСТЕМА ПЕШЕХОДНЫХ ПРОСТРАНСТВ В ИСТОРИЧЕСКОМ ЦЕНТРЕ ГОРОДА ВОЛОГДЫ

*М. Б. Анисавец*

*Л.В. Анисимова, научный руководитель, канд. арх., профессор*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Формирование системы пешеходных пространств требует серьезного подхода, особенно в условиях исторического центра, где застройка уже сложилась, а благоустройство территорий оставляет желать лучшего. Сегодня качество и количество пешеходных общественных пространств характеризует комфортность города для жизни. Целью данной работы является создание условий в городе, способствующих комфортному сосуществованию пешеходов, велосипедистов и автомобилистов.

Для достижения поставленной цели был проведён ряд исследований, которые позволили выявить основные проблемы территории центра и определить её потенциал для создания системы пешеходных пространств.

В границах исторического центра города Вологды выбран участок, ограниченный улицами Кирова, Воровского, Гоголя, Зосимовской, Предтеченской ( $S = 233,40$  Га). Основываясь на исследованиях, проведённых для «Территории культуры. Кварталов Волхонки.» в рамках проекта «Пешеходная Вологда» улицы в границах участка были исследованы на наличие следующих дефектов на путях движения пешеходов: неровное покрытие тротуаров (254 дефекта), отсутствие прохода/части тротуара (34 дефекта), сужение тротуара по разным причинам (142 дефекта), проезды, пересекающие тротуары (285 дефектов), ремонт тротуара/примыкание к стройке (7 дефектов), неправильно припаркованные автомобили (57 дефектов), бордюры 5 см и выше на путях движения пешеходов (256 дефектов). Так были выявлены самые неблагоприятные участки на данной территории.

Натурное обследование территории (наблюдение и фотофиксация) позволило определить способы использования пространства города человеком и выявить основной потенциал территории, и её резервов для организации новых и модернизации существующих общественных пространств.

К типологии существующих общественных пространств центральной части Вологды можно отнести следующие объекты: тротуары магистральных улиц (имеются везде), тротуары жилых улиц (отсутствуют вдоль ул. Маяковского, Бурмагиных, Воровского), пешеходные бульвары (имеется два), пешеходная улица (одна), площади, парк, скверы, дворы. Пользователями городских пространств являются различные социальные группы населения: это

школьники, студенты, мамы с детскими колясками, родители с детьми, пожилые люди, люди с ограниченными возможностями, горожане среднего возраста. Из-за отсутствия насыщения тротуаров оборудованием и уличной мебелью горожане вынуждены использовать эти пространства только для транзитного перемещения.

На основе анкетирования и интервьюирования определены проблемные участки и учтены пожелания жителей города. В центре недостаточно урн и общественных туалетов, а также мест кратковременного отдыха (скамеек). Данный дефект отметили 76% респондентов. На территории мало комфортных и безопасных мест для прогулок с детьми (44% респондентов) и занятий спортом (82% респондентов), а закрытость дворовых пространств и отсутствие их благоустройства снижает количество мест для отдыха (52% респондентов). Условия для передвижения маломобильных групп населения на пешеходных маршрутах отсутствуют (58% респондентов). В городе отсутствует навигация достопримечательностей, контроль за рекламой, организация пешеходных и велосипедных маршрутов. Улицы являются полосой препятствия для пешехода: тротуар (если он имеется) бесконечно разрывается проездами и вынуждает пешехода обходить ямы и лужи, фонарные столбы и столбы дорожных знаков, рекламные щиты и неправильно припаркованные автомобили. Пешеходные переходы небезопасны, необходимы пешеходные мосты через реку Вологду и ограничение доступа автотранспорта на территорию исследования.

Таким образом, проблемы могут быть объединены в следующие группы:

- 1 – смешение различных процессов в одном пространстве на тротуарах;
- 2 – движение вдоль и между припаркованных автомобилей, как следствие пустующие площади асфальта в вечернее и ночное время суток;
- 3 – отсутствие оборудования и элементов средового наполнения в пешеходных зонах;
- 4 – отсутствие безбарьерной среды;
- 5 – отсутствие велосипедной инфраструктуры.

В первую очередь необходимо, чтобы система пешеходных пространств заработала, как единый объект. Автором разработан проект, в котором предложена закольцованная схема десяти тематических пешеходных маршрутов, привлекательных как для туристов, так и для жителей города и бизнес сектора. В их структуру включается система городской навигация с указанием памятников архитектуры, парков, скверов, площадей и коммерческих организаций (кафе, рестораны, гостиницы), выступающих в качестве спонсоров. Для удобства передвижения указатели имеют информацию о времени необходимом на каждый отрезок пути. Для демонстрации проектных решений разрабатываются 3 линейных участка в системе пешеходных маршрутов: пешеходный мост через реку Вологду в створе улицы Ленинградской, участок улицы Благовещен-

ской и Галкинской. Основным резервом для создания единой пешеходной системы являются дворовые территории деревянной застройки и учебных заведений, «карманы» - пустующие зелёные пространства, образованные отступом одного из элементов застройки от красной линии, а также улицы с широкой полосой озеленения.

## ВИДЕОЭКОЛОГИЯ ГОРОДА ИВАНОВО

*Н.С. Багно, М.А. Лобова*

*Н.Л. Федосова, научный руководитель, канд. хим. наук, профессор  
Ивановский государственный политехнический университет  
г. Иваново*

В последнее время все больше внимания уделяется не только физическому, но и психологическому здоровью и комфорту человека. На стыке этих двух аспектов и образовалась такая наука, как видеоэкология: она изучает взаимодействие человека с окружающей средой, затрагивая при этом фундаментальные вопросы анатомии, физиологии и психологии.

В отличие от традиционного понятия «потребление», которое подразумевает некую свободу выбора, визуальное потребление – это пассивное восприятие человеком зрительных образов, которых он не может не воспринимать; при этом чем меньше мы думаем над влиянием визуальных образов, тем больше мы подвержены их воздействию. В связи с этим встает вопрос об экологии восприятия, а именно о необходимости улучшения, очистки и трансформации визуальной среды. Влияние окружающего мира на зрительный аппарат может носить не только положительный, но и отрицательный характер. Это позволяет говорить о таких понятиях как комфортная, гомогенная или агрессивная визуальная среда. К первой относится среда, насыщенная разнообразными зрительными элементами, поэтому взгляд в привычном ему ритме и без особого напряжения небольшими быстрыми скачками (саккадами) перемещается от одного объекта к другому. Ее благоприятное воздействие обуславливается природой нашего зрения: так же, как дыхание и сердцебиение, оно работает в автоматичном режиме, а любое вмешательство в этот процесс может привести к ощущению дискомфорта, ухудшить самочувствие или вызвать психологические расстройства [1].

Визуально экологическая ситуация современного мира представляет собой чередование состояний перенасыщения и недостатка визуальных образов, что соотносится с двумя видами пространств: гомогенным и агрессивным. В гомогенной среде зрительных элементов недостаточно, либо они вообще отсутствуют, что сбивает с толку зрительный анализатор: сигнал о совершенной

саккаде поступил, а смены картинки не произошло, поскольку перепад освещенности на фоторецепторах оказался недостаточным. Это мешает выполнению основной функции нашего зрения – координации в пространстве и, как следствие, такие ситуации негативно сказываются на нашем самочувствии. Что касается агрессивной визуальной среды, то в ней присутствует большое количество однообразных элементов, что также вызывает нарушение работы зрительного аппарата: в таком пространстве глаз не находит для себя «опорных точек» и поэтому не понимает, какой именно из множества одинаковых элементов он рассматривает в данный момент [1].

К сожалению, в современных городских условиях гораздо больше негативного воздействия визуальной окружающей среды: прямолинейные очертания домов, бесконечно повторяющиеся ряды окон, глухие стены и однообразная цветовая гамма. Для того чтобы изучить закономерности восприятия и проблемы современной урбанистической обстановки, мы провели анализ визуальной среды своего родного города – Иванова. Для этого нами был организован опрос, в котором приняли участие 230 респондентов: им были предложены фотографии 24 зданий, расположенных на основных улицах Иванова и формирующих его визуальную среду. Данные здания представляют собой разные стили и эпохи и максимально отражают современный облик города. Участники должны были ответить на вопрос: «Какое впечатление на Вас производит это здание?». В качестве ответов были предложены такие варианты: «Положительное», «Отрицательное», «Не могу определиться».

Наиболее неприятные для взгляда здания можно отнести к разряду однородных и агрессивных полей. Такое отношение к ним легко можно объяснить с точки зрения видеоэкологии: большая площадь остекления и глухих стен, бесконечно повторяющиеся ряды окон неблагоприятно воздействуют на зрительный аппарат и заставляют человека чувствовать себя некомфортно.

Среди наиболее благоприятных для взгляда зданий большинство выполнено с применением классических элементов: колонны, криволинейные окна, лепнина, что соответствует основным положениям видеоэкологии. Однако в этот список попали и здания с большими однородными полями. По нашему мнению, такие разнящиеся оценки могут быть обусловлены не столько визуальным впечатлением, сколько личными ассоциациями опрошенных, а также возможным отождествлением внешнего облика с внутренней функцией в сознании людей.

Проведенная исследовательская работа позволила обнаружить основные проблемы в существующей застройке города Иванова, а ее результаты могут быть положены в основу разработки архитектурно-художественных концепций по формированию городского облика, способствовать изучению общественной реакции на новые постройки и выявлению основных предпочтений, а также стать основой для дальнейшей градостроительной практики и архитек-

турного проектирования. Кроме того, опыт подобных исследований может быть использован в рамках практических занятий по дисциплине «Видеоэкология» в художественных и архитектурных вузах.

Законы видеоэкологии справедливы по отношению к архитектурной среде, поэтому отказ от так называемых «архитектурных излишеств» может привести к нарушению фундаментальных процессов зрения, а чрезмерное увлечение сплошным остеклением приводит к гомогенизации видимой среды. Именно поэтому очень важно учитывать вопросы видеоэкологии на всех стадиях формирования городского облика – от проектирования до эксплуатации.

1. Филин, В.А. Видеоэкология. Что для глаза хорошо, а что – плохо [Текст] / В.А. Филин. – Москва : ТАСС-реклама, 2006. – 512 с.

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПЛАНИРОВОЧНЫХ СТРУКТУР СОВРЕМЕННЫХ ЭКОПОСЕЛЕНИЙ И ТРАДИЦИОННЫХ СЕВЕРНЫХ ПОСЕЛЕНИЙ**

*С.Н. Вайнило, Г.С. Нилова*

*Л.В. Анисимова, научный руководитель, канд. арх., профессор  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Темпы роста современных экологических проблем, воздействие которых может привести к гибели человечества, обращают исследователей к концепции устойчивого развития. Сбалансированное решение социально-экономических задач и сохранение природно-ресурсного потенциала в целях удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений людей могут осуществляться путем строительства населенных пунктов, в которых негативные явления будут нейтрализованы. В условиях урбанизации альтернативой улучшения среды жизнедеятельности являются экопоселения.

В мировом опыте выделяется 4 типа экопоселений, определяемых по функционально-социальным процессам: религиозные, экологоориентированные, сельскохозяйственно-общинные и анархические.

Целью исследования стало выявление характерных особенностей структуры экопоселения как сельскохозяйственно-общинного типа и их отличие от традиционных сельских поселений. Авторы поставили следующие задачи: выявить особенность планировочной структуры и взаимодействие элементов; выявить особенности организации процесса жизнедеятельности; определить влияние внешних факторов на структуру поселения.

Одно из определений *экопоселения*, даёт сеть GEN, опирающаяся на многолетний теоретический опыт Р. Гилмана: «... – это поселения людей, стремящихся создать модель устойчивой жизни. Они являются примером модели развития, которая соединяет в себе несколько основных принципов: высокое качество жизни, сохранение природных ресурсов, продвижение холистического (целостного) подхода к жизни и человеку, что, в свою очередь, подразумевает экологию человеческого жилья, приобщенность всех членов поселения к принятию общих решений, использование экологических технологий». В ходе проведённого анализа современных экопоселений: Cristal Waters, Cerro Gordo, Auroville и других примеров из труда Р. Гилмана "Эко-деревни и устойчивые поселения" [1], а также сравнение их с традиционными северными поселениями: пос. Унежма. Арх. обл, пос. Морозово Вол. обл. методом графо-аналитического анализа, авторы пришли к следующим выводам.

Были выявлены характерные особенности традиционного северного поселения: рядовая планировка улиц, где на главную дорогу выходили дома зажиточных крестьян с торговыми лавками. Центральная площадь с видом на церковь. Наличие общественного центра в виде дома старосты, наличие коллективных хозяйственно-производственных объектов («магазея» для хранения запасов зерна, фермы, овина, на периферии села) (рис.1). Основной особенностью эко-поселения является заселение его городскими жителями, привносящими сюда характерный образ жизни. Соотношение спонтанности и закономерности в поведении этих категорий людей создает возможность свободной планировки. Использование взаимоперпендикулярной ориентации построек с формированием отдельных самостоятельных микроструктур максимально вписанных в природный каркас. Отсутствие производства и общественного центра, компактная планировочная структура, перманентный процесс достраивания (макс. до 500 человек) (рис. 2).

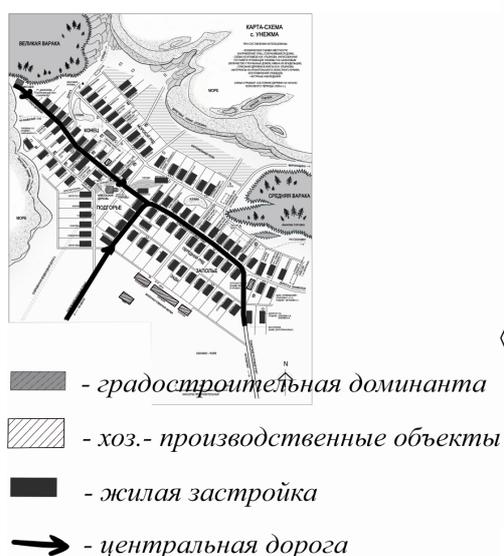


Рис. 1. Градостроительный план поселка Унежма Арх.области.[2]

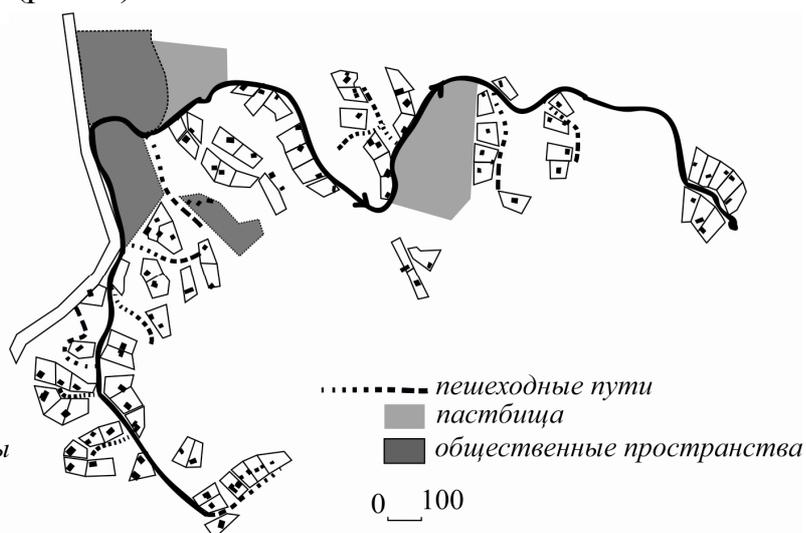


Рис. 2. Градостроительный план экопоселения Cristal Waters

Вывод. Экопоселение следует рассматривать как постиндустриальный феномен, вбирающий в себя весь человеческий опыт, с отсылками на традиционное поселение с их бытом, планировкой и архитектурой. Такая ячейка, как деревенская усадьба, является устойчивой моделью, которая не зависит от развития техники, экономического уровня и прочих факторов, в отличие от городской квартиры. Но, нельзя говорить о возврате к предыдущему образу жизни, так как данный альтернативный тип поселения вырастает из новых потребностей и возможностей. Это вызвано новыми экологическими ограничениями (из-за высокого уровня плотности населения и технологии); новой техникой и технологиями (от эффективных технологий по возобновляемому использованию ресурсов до новых форм организации общества); новым уровнем сознания.

1. Гилман. Р. Эко-деревни и устойчивые поселения. Пер. с англ. – Москва, 2000. – С. 18-26.

2. Федосеева Е.Е., Котцова М.Ю. Сборник краеведческих материалов и личных воспоминаний об одной из заброшенных деревень на берегу Белого моря.

## **СОПОСТАВЛЕНИЕ СОЦИАЛЬНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ И ПЛАНИРОВОЧНЫХ ЕДИНИЦ, СУЩЕСТВУЮЩИХ В СОЗНАНИИ ЛЮДЕЙ И УСТАНОВЛЕННЫХ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫМ ПЛАНОМ**

*Ю.В. Грибкова, М.М. Климов*

*Л. В. Анисимова, научный руководитель, канд. арх., профессор  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Социально-территориальная общность представляет собой совокупность людей, постоянно проживающих на определенной территории и осуществляющих совместную деятельность для удовлетворения своих утилитарных и социальных потребностей. Социально-территориальные общности обладают системообразующими признаками, главным из которых является устойчивость экономических, социальных, политических, духовно-идеологических связей и отношений. Это позволяет выделить социально-территориальную общность как самостоятельную систему пространственной организации жизнедеятельности людей.

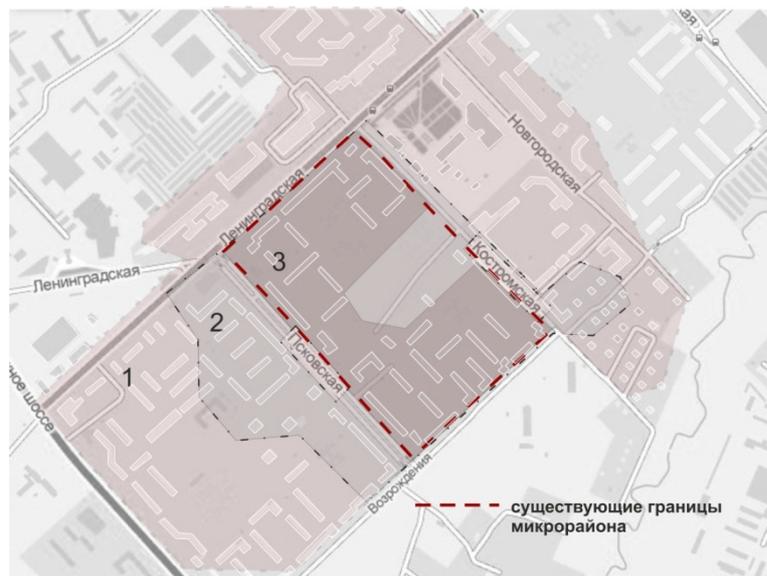
Авторы статьи исследовали 3-й микрорайона ПЗ, в ходе работы были выявлены пространственные границы вышеуказанной социально-территориаль-

ной единицы. Анализ территории осуществлялся по методике Теренса Ли, упомянутой в книге Дж. Голда [1].

При изучении специальной литературы по проектированию и градостроительству, было установлено, что на данный момент выделяется две основные составляющие понятия микрорайона. С одной стороны, данный термин определяется как социальная ячейка, признаками которой являются: высокий уровень общественно-социальных связей и социальной активности его жителей, а также чувство соседства, существующее между ними. С другой стороны, понятие рассматривается как некая территория на карте планировки города, в пределах которой определённое число людей обеспечивается жильем и услугами учреждений социальной инфраструктуры.

Цель исследования: выявить представление жителей 3-го микрорайона ПЗ о границах данной социальной общности и соотнести полученные данные с реальными границами, установленными, согласно градостроительному плану, выяснить от чего зависит данное представление, а также выявить недостающие элементы инфраструктуры в указанном районе. Проведенное исследование основывается на данных, полученных методом беседы и анкетирования среди жителей 3-го микрорайона.

В ходе работы каждому респонденту был задан вопрос: «Где, по вашему мнению, проходят границы территории, в пределах которой вы в полном объеме удовлетворяете свои повседневные потребности (учеба/ работа, общение с близкими, ежедневные покупки, отдых и т.д.). Затем жителям исследуемого



*Рис. 1 – границы микрорайона в сознании молодёжи (16-24 года), радиус: 550 метров; 2 – в сознании рабочего класса (25-55 лет), радиус: 200 метров; 3 – в сознании детей и пенсионеров (до 16; 56+ лет), радиус: входит в рамки микрорайона)*

участка было предложено выделить на карте границу, которой, по их мнению, очерчивается вышеуказанный район как социально-территориальная единица.

После сбора необходимой информации, путем наложения карт, была смоделирована общая картина границ микрорайона, сложившаяся в представлении его жителей (рис.).

По итогам исследования, было выявлено, что среди жителей 3-го микрорайона ПЗ представление о микрорайоне как об общности соседств, охватывающих ограниченные

по площади территории, различно. Восприятие площади и конфигурации территории района также неоднородно.

Проанализировав ответы респондентов, авторы также выяснили, что существует закономерность выделения границ в зависимости от возраста опрашиваемых, продолжительности их проживания в микрорайоне, степени участия в жизни микрорайона, характера и места времяпрепровождения. Важным фактором в определении границ района для респондентов служит место проживания их близких и родных.

В ходе беседы с жителями микрорайона было выяснено, что основным недостатком инфраструктуры, по их мнению, является относительная удаленность больницы. Опираясь на СНиП (2.07.01.89) от 16.05 1989г. «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений», авторами статьи было установлено, что расстояние от микрорайона до ближайшего учреждения по предоставлению медицинских услуг находится в пределах нормы.

Нельзя не отметить тот факт, что в настоящее время влияние территориальной общности на социальные взаимодействия между её жителями резко уменьшается. Микрорайон перестает выполнять интегративную функцию. Главным образом, это происходит вследствие стремительного прогресса в развитии транспорта и телекоммуникации.

1. Голд Дж. Основы поведенческой географии / пер. с англ. – Москва : Прогресс, 1990. – С. 132 - 135.

## МОРФОЛОГИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

*И.С. Григорьева*

*Л.В. Анисимова, научный руководитель, канд. арх., профессор*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

В исторических зонах городов одни объекты в течение длительного периода успешно функционируют, гармонично вписываясь в современный контекст города, при этом остаются любимы горожанами, их образ сохраняется в сознании людей. Другие утрачивают свою ценность, а постоянно сменяющие друг друга процессы не могут укорениться и успешно функционировать.

Слепое копирование внешних признаков исторической архитектуры создает лишь неживое её отражение и ведет к стагнации городской среды. Одним из способов создания живой пульсирующей среды является определение законов её построения. Городская среда не имеет конечного образца, к которому она стремится, но имеет «сочетание эффектов от действия генотипасовокупно-

сти всех генов данного организма и онтогенеза, индивидуального развития организма от зарождения до смерти, большую часть времени проходящего в борьбе за выживание» [1].

Генотип – совокупность наследственных генных признаков, которые характеризуют определённый фрагмент города, сложившийся в результате длительного воздействия окружающей среды и исторических процессов. Структурные единицы города, имеющие схожие функции, имеют различные генотипы, так как развивались под воздействием различных факторов.

**Целью** данной работы является демонстрация методики выявления генных признаков места, на основании которых может быть разработана социально-функциональная программа проектирования, предполагающая валоризацию места. В результате реновации территории сохраняется способность среды к саморазвитию, а новый характер использования, не разрушает в сознании горожан исторически сложившийся образ места.

Методика выявления генных признаков места демонстрируется на примере фрагмента городской среды в границах ул. Мира, Проспект Победы, Торговая площадь и Сергея Орлова – «Старый рынок». Внутренняя часть квартала, находящегося в центре города, представляет собой депрессивную территорию, выпадающую из структуры города и насыщенную услугами, уровень которых не соответствует потенциалу места.

На основании архивных данных на «старом рынке» к 19 веку сложился большой торговый район, где шла бойкая торговля, он служил местом деловых встреч, прогулок и развлечений. В торговом центре вели свои дела нотариусы и страховщики. Приезжали покупатели купцы, чтобы запастись товаром на целый год и удивлять потом своих сограждан и односельчан «свежими» и «модными» продуктами, а своим родным закупить «ярмарочных гостинцев». Там же были гостиницы «второго уровня», так как освещались через окна в крыше и гостиницы более высокого класса»[2]. Среда была насыщена разнообразными процессами и притягивала горожан.

В результате работы с архивными материалами и составлением временных послойных карт, фиксирующих смену процессов, были выявлены следующие **устойчивые генные признаки места:**

- *Большое количество владельцев*, каждый из которых имел свои собственные границы. Тесное соседство большого количества владельцев не приводило к конфликтам и хаосу, а наоборот стимулировало появление функций, поддерживающих друг друга. Так сформировалась ячеистая структура, постоянно изменяющаяся и подстраивающаяся;

- *Многолюдность* среды, сочетающаяся с самодостаточностью каждого объекта порождала сложную структуру квартала с широким разнообразием вариантов доступности и приватности пространств, квартал функционировал в течение всего дня;

- *Якорным процессом* являлась торговля в сочетании с развлекательной и жилой функцией. Квартал исторически был окружён публичными и многолюдными улицами Гостинодворской (ул. Мира), на которой располагались основные гостиницы города, и Казанской площадью (Торговая площадь) с Казанской и Покровской церквями;

- *Вернакуляры городской среды* – самоорганизация осуществление этих преобразований было возможно благодаря удобной периметральной застройке с открытым внутриквартальным пространством, дающим возможность самостоятельного роста вверх окружающей застройке и включения во внутреннюю структуру необходимых объектов и лёгкой их ликвидации;

- *Свобода доступа на общественные пространства в любое время суток*. Квартал располагается на пересечении активных транспортных и пешеходных путей, а также имел внутриквартальный транзит;

- *Открытые галереи по периметру перед торговыми рядами*. Климат Вологодской области отличается продолжительностью периода отрицательных температур и выпадением большого количество осадков. В истории был популярен архитектурно-планировочный приём создания на первых этажах открытых неотапливаемых галерей, которые создавали более комфортные условия для пешеходов и посетителей торговых рядов.

На основе выявленных генных признаков и механизма их влияния на среду можно сформулировать социально-функциональную программу на проектирование:

Основные процессы, связанные с торговлей и развлечениями необходимо сохранить на более качественном уровне, что станет источником притяжения других сопутствующих видов бизнеса. Насыщение пространства общественными функциями и повышение качества среды поможет восстановить былую публичность и многолюдность места.

В окружающей квартал застройку перманентно вживляется гостиничный, офисно-деловой, ресторанный сектор. На внутриквартальной территории необходимо восстановить мелкочаеистую структуру пространства, имеющую определенную степень легкосборности и автономности. Размер пространственного модуля может быть определен на основании исторических источников, размер торговой лавки принимался 2x2,5 сажени, что равняется 4,5x5,5 м, то есть площадь одной лавки 25 м, у мелких арендаторов было в основном 1-2 лавки, а у крупных 10 лавок, что составляет 250-300 м<sup>2</sup> [3]. Одной из важных составляющих нового образа должна быть демонстрация подлинных деталей-артефактов или использование исторических названий, которые бы транслировали «атмосферу места» и связь с историческими событиями в сознании людей.

1. Архи. ру. Россия. Статьи: Новая морфология архитектуры. Зачем гены зданиям?/Электронный ресурс. Режим доступа:

<http://www.archi.ru/russia/40448/novaya-morfologiya-arhitektury-zachem-geny-zdaniyam>

2. Сборник истории старых улиц города Вологды. Ул. Мира/Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.booksite.ru/fulltext/sbor/nik/ulic/2.htm#11>

3. ГАВО. Ф. 476. Оп. 1. Д. 52. "Книга окладная следующих в городскую повинность с учиненной оценки по три четверти процента с рубля на 1810 год сборов".

## **ПЛОТНОСТЬ ЗАСТРОЙКИ И ШИРОКИЙ КОРПУС: МОДУЛЬНАЯ СТРАТЕГИЯ ОСВОЕНИЯ**

*К.А. Дудникова*

*К.В. Кияненко, научный руководитель, д-р арх., профессор  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

При реконструкции производственных зданий с их преобразованием в жилые часто встаёт задача освоения широкого корпуса, где традиционные для жилища приёмы планировки неприменимы. Решая подобную задачу на территории завода «Строительных конструкций и дорожных машин» в г. Вологде, автор разрабатывает проект высокоплотного общественно-жилого комплекса. Здание существующего заводского корпуса прекрасно сохранилось, имеет значительные габариты (82 x 120 метров) и высокую компактность, что заставляет искать новые стратегии его освоения под жилую функцию.

Цель работы - поиск объёмно-пространственных, функциональных, планировочных и инженерно-конструктивных решений, способных обеспечить максимальную глубину корпуса и высокую плотность застройки квартала. Задачи: уточнение понятий (широкий корпус, светоаэрационная шахта, световод, световой дворик, атриум); классификация ширококорпусного жилища; выяснение принципов обеспечения глубокого корпуса в общественно-жилых образованиях и разработка рекомендаций по проектированию. Исследовательские методы: анализ литературных источников, обобщение современного проектного опыта, моделирование.

Как показало исследование, в современных проектных реалиях широким может считаться корпус от 16 и до 60 метров. В практике встречаются и жилые дома более 60 метров, называемые «сверхширококорпусными». Главная проблема широкого корпуса – обеспечение жилых пространств естественным светом. По способу освещения широкого корпуса можно выделить четыре типа жилых домов: светозонированные; дома со световодами или светоаэраци-

онными шахтами; дома с внутренними дворами, с атриумами. За каждым типом стоит соответствующий принцип обеспечения глубины корпуса.

**Принцип светового зонирования** заключается в компоновке помещений, не требующих освещения (подсобных и санитарно-технических) и пространств, освещаемых вторым светом в глубине корпуса; ширина корпуса может достигать 30 метров (жилые комплексы «Рассвет 3.34», Москва, Архитектурная группа ДНК, 2015; «Funen Blok K – Verdana», Амстердам, NL Architects).

**Принцип террасирования** – вариант принципа светового зонирования, направленный на максимальный световой комфорт, решаемый при помощи жилых террас; характеризуется значительной глубиной корпуса, внедрением подсобных и общественных функций в неосвещаемое пространство под террасами. Глубина корпуса практически не ограничена объемно-пространственными и функционально-планировочными требованиями (жилой комплекс «Mountain Dwellings», Копенгаген, Дания, BIG with JDS, 2008).

**Принцип световодов** заключается во внедрении светопроводящих «каналов» или стекловолокон различной конфигурации и положения в структуру жилища; световоды обслуживают различные внеквартирные общественные пространства (Simmons Hall, арх. Steven Holl Architects, Cambridge, USA, 2010; Патент атриумного здания оборудованного щелевыми световодами, Леонидов, Россия).

**Принцип светоаэрационных шахт** состоит в устройстве вертикальных светоаэрационных шахт минимального размера, необходимых для освещения подсобных и санитарно-технических помещений квартир. Размер светоаэрационных шахт колеблется от 1,0x1,0 м. до 6,0x9,0 м. в плане, глубина корпуса - от 16 до 70 метров (Dumbbell tenements, New York, James Ware, 1879; Social Housing, Paris, Dietmar Feichtinger Architectes, 2011).

**Принцип световых двориков** заключается в устройстве пространств, предназначенных для рекреационного использования жильцами квартир, расположенных вокруг. Устанавливается специальное оборудование, привносятся зелень, во внутреннее пространство могут выходить небольшие балконы, исключающие значительное затенение [1]. При наличии поэтажных галерей через внутренний дворик можно предусматривать лишь дополнительную подсветку, играющую психологическую роль. Глубина корпуса варьируется от 30 до 48 метров. Один дом с внутренним двором преобразуется в два дома вокруг общего внешнего двора при расстоянии между жилыми домами порядка 20 метров; цифра связана с параметром просматриваемости (La Casa Milá, arch. Antoni Gaudí, Barcelona, 1910; Dakota Apartments, New York, Henry J. Hardenbergh, 1884).

**Принцип атриумов** заключается в отделении от окружающей среды оболочкой пространства между близко расположенными жилыми объемами, вы-

несение коммуникационных и общественных функций с улицы в атриум [2], глубина корпуса от 18 до 30 метров. Реже встречаются «сверхатриумы» с глубиной корпуса от 58 до 70 метров (Ступенчатый дом на улице Вавен, Париж, арх. Анри Соваж, 1912; Student housing, Geneva, Switzerland, Frei Rezakhanlou Architects, 2013).

На основе изложенных типов и принципов автором разработаны «паттерны ширины» - объёмные модули, сочетанием которых могут осваиваться глубокие корпуса как в проектах конверсии, так и при проектировании новых общественно-жилых комплексов. Предлагается стратегия комбинирования модулей как логическая последовательность действий.

1. Бурханов Ю.Г. Северный жилой дом с внутренним двором / Ю.Г. Бурханов, А.Я. Фоминых // Известия вузов. Строительство. – 1994. – №1.

2. Швалева О. В. Атриум в многоэтажном жилом доме [Электронный ресурс]// Архитектон: известия вузов. № 34 - Приложение Июль 2011. Режим доступа: [http://archvuz.ru/2011\\_22/16](http://archvuz.ru/2011_22/16)

## **МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ СПОРТИВНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР КАК ФОРМА ОРГАНИЗАЦИИ ОТДЫХА И ДОСУГА ДЕТЕЙ**

*В.Э. Ишиман*

*Ю.В. Анисимов, научный руководитель, канд. арх., профессор  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Под влиянием современного образа жизни, связанного с новыми технологиями, разнообразием и доступностью средств информации, социально-экономическими изменениями в стране и мире, изменились методы и формы организации отдыха детей и молодежи. Спортивно-оздоровительный отдых и досуг детей становится многопрофильным. Для современных отечественных здравниц, таких как «Артек» и «Орленок», характерны разнообразные педагогические программы, направленные на различные виды деятельности, а также многопрофильная развитая инфраструктура. Популярными современными европейскими детскими лагерями отдыха и здравниц нацелены на развитие неформального лидерского образования коммуникативно - тренингового характера. Традиционные формы встреч детей в США - международные детские летние деревни, особые лагеря, направленные на оздоровление детей и молодежи, главным образом, на приобретение хорошей физической формы и снижения веса, являются феноменом американской культуры. Широкое распространение получили скаутские лагеря, специализирующиеся на развитии туристических на-

выков, общении с природой. Явные плюсы детских зарубежных лагерей - разветвленная инфраструктура, качественный сервис, интересная экскурсионная программа. Тогда как современное состояние большинства мест и лагерей отдыха в нашей стране и, в частности, в нашем регионе остается плачевным, несоответствующим современным тенденциям и качеству предлагаемых услуг.

Из данного анализа вытекает формулировка проблемы - несоответствие существующих организационных структур и пространственных форм организации отдыха детей и молодежи современному образу жизни, прогрессивным методикам и программам образования и воспитания, новым информационным технологиям. В связи с этим автором были исследованы основные тенденции и современные подходы и принципы организации архитектурно-пространственной структуры объектов загородного отдыха детей и молодежи, обеспечивающие их устойчивое функционирование и развитие. Для достижения этой цели необходимо было решить следующие задачи: изучить отечественный и зарубежный опыт организации отдыха и формы его пространственного выражения через проектную практику; провести анализ современных технологий, используемых в проектировании и эксплуатации такого рода объектов; ознакомиться с современными методиками и программами организации отдыха детей, выявить наиболее популярные и перспективные формы отдыха детей в регионе; исследовать характер влияния природных факторов; выявить основные принципы проектирования и функционирования объекта; создать модель-концепцию организации многопрофильного спортивно-оздоровительного центра отдыха и досуга детей.

В результате исследования и проектного моделирования были сформулированы общие принципы развития детских центров загородного спортивно-оздоровительного отдыха детей, а именно: многопрофильность на основе кластерной структуры, круглогодичность функционирования с элементами внесезонной аренды для других категорий населения; доступность (безбарьерность); партнерство и социальная коммуникативность, сомасштабность природному окружению и экологичность, адаптивность и энергоэффективность. Именно согласование всех принципов между собой приведет к созданию новой качественной концепции детского оздоровительного центра, отвечающего современным потребностям и тенденциям образования и досуга.

При создании центра на базе реконструкции детского оздоровительного лагеря автором были учтены современные тенденции в разработке педагогических программ, прогрессивные архитектурные и планировочные решения, а также, интересы и предпочтения подростков (по результатам опроса школьников разного возраста). Предлагается система пространственной организации на основе достаточно самостоятельных кластеров с различными формами и программами деятельности, позволяющими центру быть многопрофильным, востребованным детьми и их родителями. В частности, предлагаются следующие

кластеры: кластер «Экстремал» включает в себя элементы безопасного экстрима; кластер «Маршрут» - в основу заложен принцип «обучение приключениям»; кластер «Рекорд» - подходит для проведения спортивных сборов по подготовке команд и спортивных школ; кластер «Галант» - позволяет развить творческий потенциал; кластер «Пятый элемент» - дает возможность попробовать силы в разных видах спорта.

Предлагаемая система организации может быть применима к любому детскому лагерю, сформированному на основе кластеров с разнообразными программами и пространственной структурой. Нам представляется, что пространственная форма организации активного отдыха и досуга на основе взаимосвязанной системы разнопрофильных кластеров и предложенные принципы организации станут весьма привлекательными для детей и подростков Вологодской области и других регионов.

## МОДЕЛИ «ИГРОВЫХ ЛОКУСОВ» ПОДРОСТКОВ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

*В.С. Корюкаева*

*К.В. Кияненко, научный руководитель, д-р арх., профессор  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

При проектировании игровых площадок принимаются во внимание интересы дошкольников, о подростках часто забывают. Цель исследования - изучить специфику средовых потребностей подростков и способы организации игровых пространств для них. Задачи – анализ истории и теории проектирования, игровой практики подростков и игровых площадок г. Вологды. Автор использовал методы изучения литературы, опросов, деловой игры, наблюдений, фотофиксации.

Для оценки специфики потребностей принята возрастная периодизация Д.Б. Эльконина: раннее детство (1-3 года), дошкольный возраст (3-6 лет), младшие школьники (7-12 лет), подростковый возраст (13-17 лет). Ареал повседневного обитания подростка стремится к ареалу взрослого. Деятельность имеет социальную направленность. Возникают компании, не заинтересованные в игровых площадках. Проявляются интересы и увлечения, потребность в приключенческой и рискованной деятельности, необходимость развивать свои способности, независимость.

Установлено, что существует 4 типа игровых пространств [1]: традиционная площадка, современная площадка, приключенческая площадка, креативная площадка, тематическая площадка (новый тип). Первые два типа игнорируют

психофизиологические нужды подростков, в то время как остальные содействуют развитию когнитивных, социальных, эмоциональных и физических способностей, предлагают разнообразный опыт и репертуар действий. Внимание к потребностям подростков проявляется с открытием первой приключенческой площадки в 1943 году [2].

Анализ 29 игровых площадок разного типа в Вологде - общественных, дворовых, учреждений школьного и дошкольного образования, детского дома - показал, что подростки редко используют игровые площадки из-за примитивности и неизменяемости игрового оборудования; пребывание на игровых площадках кратковременно и носит коммуникативный, а не игровой характер.

Проведена деловая игра с подростками, нацеленная на определение требований к игровым пространствам (65 человек). Среди них ученики седьмых и девярых классов общеобразовательной школы, художественной школы и воспитанники детского дома семейного типа. Обнаружено, что игра в деятельности подростка представлена в виде спортивного состязания и компьютерной/видео игры; игровая площадка служит местом социальных взаимодействий. В нынешних игровых площадках подростков не устраивают: немасштабное оборудование, отсутствие средовых стимулов для физической активности и самовыражения. Пожелания к «игровым локусам»: большие горки, качели, батуты, оборудование для скалолазания и выполнения трюков (рампы, трамплины).

Выявив потребность в экстремальных видах спорта, автор провел работу с подростковыми сообществами скейтбордистов и bmx. Были опрошены их лидеры с целью узнать, что подростки считают «своими местами», какие факторы делают те или иные пространства привлекательными. Сформулированы требования этой категории к «игровым локусам»: достаточная территория для активности (зависит от уровня оборудования); наличие ровного покрытия; большое количество граней, ступеней, перил, парапетов; разнообразные поверхности для выполнения трюков; отсутствие сезонной зависимости и освещенность в вечернее время.

«Своими местами» представители сообществ считают: площадь им. Федулова, территории у «Русского дома», «Ленкома», «Спектра», площадь перед Арбитражным судом, пространство у памятника Батюшкову, Драмтеатра. Излюбленные места, помимо ресурса для «игровой» деятельности, являются ареной взаимодействия подростков. Вместе с тем, представители подростковых сообществ не имеют единого «постоянного места обитания». По мнению лидеров, таким местом может стать спортивный корт у кафе «Ёрш». В целом, подростки считают, что в городе отсутствуют пространства, способствующие их свободной реализации и самовыражению. Игнорирование игровых интересов подростков становится одной из причин вандального отношения с их сто-

роны к игровым площадкам для младших детей, а неудовлетворённая потребность в риске – заставляет искать его за пределами игровых пространств.

Как показало исследование, необходимо создать условия, способствующие развитию подростков, вызывающие интерес к познанию и стимулирующие деятельность. «Игровые локусы» должны содействовать разнообразной активности и основным видам средовой стимуляции: моторной и сенсорной, физической, перцептуальной, эмоциональной, социальной и интеллектуальной. Среда должна обладать способностью к изменениям, круглогодичному использованию и поощрять взаимодействие различных возрастных групп (детей, взрослых, пожилых).

1. Лийк, К. Дети на дворе: проблемы игровых пространств// Средовые условия развития социальных общностей. – Таллин: ТПедИ им. Э.Вильде, 1989. – С.101-119.

2. Lady Allen ofHurtwood. Planning for play. – The MIT Press. Cambridge. Massachusetts, 1968.

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИИ ПАРКОВОЧНЫХ МЕСТ В ОТЕЧЕСТВЕННОЙ И ЗАРУБЕЖНОЙ ПРАКТИКЕ**

*Е.А. Мельникова, А.А. Парфенова*

*Л.В. Анисимова, научный руководитель, канд. арх., профессор*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В настоящее время в России происходит процесс автомобилизации населения. Рост количества автомобилей порождает немало проблем. Одной из наиболее острых, является проблема организации парковочных мест. Дворовые территории, планировка которых, по большей части, осуществлялась еще в прошлом веке, не приспособлены к парковке все возрастающего количества личного автотранспорта. Кроме того, при строительстве нового жилья зачастую не уделяется должного внимания благоустройству дворовых территорий и обеспечению их транспортной инфраструктурой, что обусловлено, как правило, экономией средств и сведением к минимуму затрат на строительство, стремлением застройщика поставить многоквартирный дом в престижном районе, где и без того недостаточно свободных площадей, а создание комфортной среды для жизни – лишние расходы на инфраструктуру.

Припаркованные, в неприиспособленных для этого дворах, автомобили отнимают пространство и без того маленькой дворовой территории, занимая

проезды, тротуары, газоны и даже нередко детские площадки, что создает не просто дискомфорт, а зачастую и угрозы для жизни и здоровья жильцов.

Целью исследования является анализ дворовых территорий застройки разной плотности и организации парковочных мест на данных территориях.

В ходе исследования выбрано несколько типов новой жилой застройки разной плотности расселения, а именно высокоплотное социальное жилье высокой этажности (квартиры-студии), массовое (многоквартирное) жилье и малоэтажное жилье повышенной комфортности (секционный тип застройки). Для каждого типа определено количество домохозяйств и выяснены нормативные потребности в площади парковочных мест. Согласно нормативам проектирования муниципального образования «Город Вологда», расчетное число машиномест на квартиру социального типа - 0,8, массового - 1,5 и высококомфортного - 2,5 [1]. В ходе анализа выяснено, что площади под парковочные места для социального и многоквартирного жилья никак не привязаны к количеству проживающих на данной территории домохозяйств. В высококомфортном жилье площади под парковочные места соответствуют норме, т.к. дома имеют подземные парковки и рассчитаны на небольшое количество домохозяйств. Таким образом, при строительстве высокоплотного жилья необходимо еще на этапе проектирования обратить внимание на проблему нехватки парковочных мест, внимательно изучить нормы и принять целесообразное решение по организации парковки.

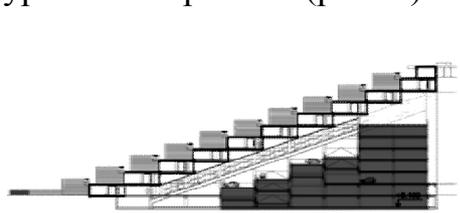
В зарубежном опыте существует ряд методов решения данной проблемы.

Одним из примеров решения организации парковочных мест является жилой комплекс "Mountain Dwelling" от студии BIG в Копенгагене (Дания). Здание представляет собой объем, который разделен на два уровня: на верхнем расположены 80 квартир, другой, начиная с уровня земли, представляет собой гараж на 480 машиномест. Нижний уровень имеет наклонную кровлю, высота которой увеличивается в северном направлении, что способствует беспрепятственному попаданию жильцов из квартиры к своему парковочному месту. Таким образом, дворовая территория полностью освобождена от автомобилей (рис. 1).

Второй пример может быть рассмотрен в качестве организации дворовой территории социального высокоплотного жилья, комплекс "Tours Aillaud" (архитектор Эмиль Айо, Париж). В центральной части двора расположена парковка, на крыше которой организованы площадки для игр, пешеходные и зеленые зоны. Вся транспортная инфраструктура, находясь на уровне земли, изолирована таким образом от игр детей и пешеходов. В данном примере архитектор на этапе проектирования комплекса разделил парковочные места и детские площадки в разных уровнях (рис. 2).

Проект "Chassé Park Apartments" (архитектор Xaveer de Geyter, Бреда, Нидерланды) сосредоточен на сохранении как можно большего открытого пространства. Комплекс состоит из пяти жилых башен окруженных "кольцом"

парковок, изолированных от дворовой территории сетчатым ограждением, задекорированным растущим тростником. Легкая, прозрачная парковка находится в уровне земли, с внешней стороны двора рельеф приподнят на 1.5 м над уровнем парковки (рис. 3).



■ - парковочные места

Рис. 1. Проект ОЖК "Mountain Dwelling" (Дания), студия "BIG"

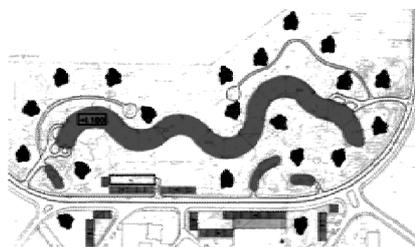


Рис. 2. Проект ОЖК "Tours Aillaud" (Франция), арх - р Эмиль Айо

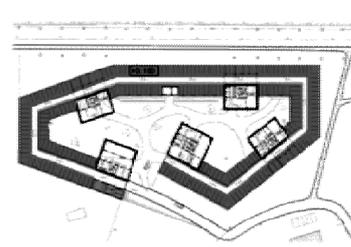


Рис. 3. Проект ОЖК "Chassé Park Apartments" (Нидерланды)

В зарубежном опыте жилой застройки, дома секционного типа и таунхаусы имеют встроенные гаражи на 1 - 2 места на домохозяйство. Дополнительные карманы для автомобилей устроены на резервных территориях двора (с торца здания или против фасада).

В данном исследовании представлены рекомендации для реконструкции и будущего строительства нового жилья в зависимости от плотности жилого фонда.

1. «Нормативы градостроительного проектирования муниципального образования «Город Вологда» / Утверждены решением Вологодской городской Думы от 31 мая 2010 года, №357, табл. 78.

## РАЗРАБОТКА НОМЕНКЛАТУРЫ АУТЕНТИЧНЫХ ДОМОВ В УСЛОВИЯХ ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «РУССКИЙ СЕВЕР»

**Т.В. Поспелова**

*Л.В. Анисимова*, научный руководитель, канд. арх., профессор  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Ограничения в проектировании жилой застройки для исторически ценных и природных охраняемых территорий создают условия для поиска новых архитектурно-планировочных приемов. Существующая застройка чаще всего хаотичная и не отвечает «духу» места, в результате места, призванные притягивать туристические потоки, теряют свою значимость и индивидуальность.

Целью данной работы является выявление аутентичных признаков жилья для районов русского севера и разработка современных типов жилых домов с учетом ограничений, выдвигаемых условиями особо охраняемых территорий национального парка «Русский Север».

Для выявления аутентичных признаков был проведен анализ пяти типов изб, наиболее часто встречающихся в районах русского севера (двухкамерной, трехкамерной, пятистенка, шестистенка и многокомнатной). В ходе анализа было выявлено, что в избе имелось теплое и холодное помещения, связанные буферными пространствами, которые в свою очередь имели различные варианты компоновки. Также большинство изб ставилось на высокий подклет до двух метров высотой, реже встречались двухэтажные постройки. Высота сруба в среднем достигала 11-17 венцов, высота подклета при этом варьировалась от 4 до 6 венцов. Постройки чаще всего обращались жилыми помещениями на «лето», т. е. на юг. Печь в избе устанавливалась либо в центре постройки, либо справа от входа не вплотную к стене. Ставилась изба на фундамент из каменных плит. Наиболее распространенные типы крылец – с прирубом, на ряжах, на столбах, висячие. Наличие при крыльце лестницы из-за высокого подклета. Окна располагались преимущественно в жилых помещениях и были обращены на юг. Чаще всего встречался пол из колотых пластин, дощатый на лагах, из тесаных бревен. Наиболее распространенный тип потолка-бревенчатый. Существовало стремление объединить под одной крышей жилье и все хозяйственные постройки, создавая, таким образом, крытый двор – своего рода буферное пространство, потребность в котором обусловлена довольно низкой температурой воздуха зимой. Кровли большинства изб были двухскатными, самцовой конструкции и имели большой вынос (до 1 м.) [1].

Выявленные характерные признаки подлинности, в настоящее время могут потерять актуальность из-за развития технологий и появления новых потребностей в комфорте. Следующим этапом анализа явилась необходимость в определении существенных и несущественных факторов среды, оказывающих влияние на формирование облика современного дома сохраняющих актуальность на сегодняшний день. Выделено три фактора: природно-климатический, социокультурный и экономический, оказывающих влияние на структуру жилища.

Под воздействием природно-климатического фактора появились: скатная кровля с большими выносами, наличие крыльца, буферные зоны (подклет, сени), объединение всех построек под одной крышей, ориентация построек по сторонам света. Под воздействием социокультурного фактора формируется хозяйственный уклад быта: наличие большого количества хозяйственных построек, дом рассматривается как родовое гнездо (многопоколенные семьи). Благодаря экономическому фактору осуществлялось строительство на собственные средства, что требовало удешевления материалов (дерево как самый доступный из них, экономия на стекле) [2].

Из анализа взаимодействия факторов среды и объемно-планировочного решения будущей модели жилища наиболее устойчивым, не претерпевающим существенных изменений во времени является природно-климатический фактор.

На основе выявленных аутентичных признаков жилья, актуальных в настоящее время, были предложены проектные модели. Выделялись основные объемно-планировочные элементы: подклет, теплая изба, холодная изба, буферные пространства, крыльцо, крытый двор. Имея возможность компоновать эти элементы в зависимости от потребностей, появляется множество вариантов планировки.

Таким образом, выявив признаки подлинности и создав с их помощью некий набор инструментов, появляется возможность проектирования различных по наполнению аутентичных жилых домов, не воспроизводящих архаичные внешние детали, не существенные для новых построек, гармонично вписывающихся в историческую среду, при этом оставаясь современными и индивидуальными.

1. История северного крестьянства. Т. I. – Архангельск, 1984. – С. 46-47.
2. Иваницкий Н. Сольвычегодский крестьянин, его обстановка, жизнь и деятельность // ЖС. – 1898. – Вып. I. – С. 4-28.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ "СУБЪЕКТИВНОГО" ЦЕНТРА Г. ВОЛОГДЫ И УСТОЙЧИВОСТИ ЕГО КОМПОНЕНТОВ**

*М.Е. Серова, Н.Р. Тарсукова*

*Л. В. Анисимова, научный руководитель, канд. арх., профессор  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

Составление успешной программы реконструкции центра исторического города невозможно без анализа характера восприятия и степени использования горожанами отдельных элементов его структуры. Городская среда- сложный саморазвивающийся объект, рассматривать который необходимо в контексте времени.

Для составления общественного заказа на реконструкцию центра г. Вологды авторами было проведено исследование картины социального восприятия городской среды, устойчивости ее элементов и их функционирования.

Чтобы отследить динамику изменений социального образа среды центра города и сделать корректный вывод об устойчивости его элементов, авторами были использованы данные пилотажного социолого-градостроительного исследования А.В. Иванова (1992 год) и проведен сравнительный анализ.



многолюдность - для составления суммарного рейтинга основных компонентов структуры центральной среды (рис.2).

На лидирующих местах оказались элементы, уже занимавшие ранее первые позиции: Площадь Революции, ранее занимавшая 2 место в рейтинге "Представление респондентов об основных

элементах исторического центра Вологды". А.В. Иванова [1]. Соборная горка, ранее занимавшая 1 место, ушла на 2, Кремль переместился с 4 на 3 место, улица Мира, занимавшая ранее 3 место переместилась на 4, Софийский собор остался на 5 месте, парк ВРЗ улучшил свои показатели, после устройства зимней подсветки и благоустройства, ранее он занимал 10 место. Набережные реки Вологды переместились на 7 место, ранее – 6 место.

Пл. Революции, ул. Мира заняли свои места в рейтинге благодаря высокому уровню показателей "посещаемость" (1-е и 2-е места) и "многолюдность" (1-е и 6-е места). Софийский собор и Кремль лидируют по показателям "примечательность" (1-е и 2-е места). По показателю "любовь к месту" первые позиции занимают набережные реки Вологды (2-е место) и Соборная горка (1-е место), отличающиеся гармоничным набором всех перечисленных критериев. В список лидеров вошёл парк ВРЗ (5, 6-е места по всем критериям), ранее не воспринимаемый горожанами как значимый объект исторического центра.

Можно сделать вывод, что перечисленные элементы, исключая парк ВРЗ являются наиболее устойчивыми компонентами символического каркаса центра, так как по прошествии двадцати трех лет они по-прежнему занимают первые позиции в рейтинге.

\* Среди 121 респондентов: 75-женщины, 46-мужчины. 69 опрошенных прошли анкетирование (среди них 38-студенты), 52-опрос непосредственно в процессе диалога.

1. Иванов А.В. Центр г. Вологды в представлениях и оценках горожан (по результатам социолого-градостроительного исследования) // Культура Русского Севера в преддверии третьего тысячелетия. – Вологда: «Легия», 2000. – С. 69–86.

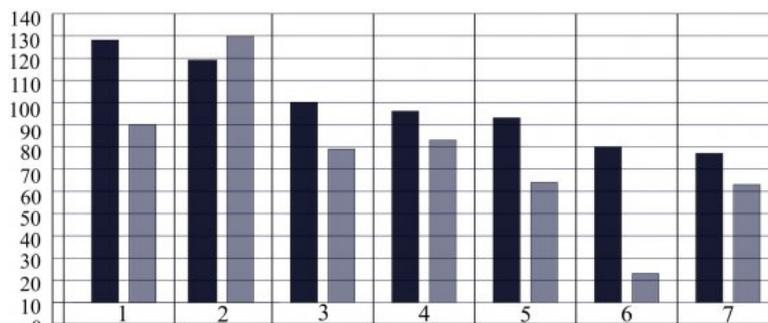


Рис.2. График сравнительного анализа социологического опроса 1992 г. и 2015 г.

■ - результат 2015 г. ■ - результат 1992 г.

1. Пл. Революции 2. Соборная горка 3. Кремль 4. Ул. Мира  
5. Софийский собор 6. Парк ВРЗ 7. Набережные р. Вологды

## ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАЛЬНЫХ И ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ГРАНИЦ ЖИЛЫХ ДВОРОВ С КОЛЛЕКТИВНОЙ ФОРМОЙ СОБСТВЕННОСТИ В ЗАРЕЧНОЙ ЧАСТИ ГОРОДА ВОЛОГДЫ

*Е.В. Скорюков*

*Л.В. Анисимова, научный руководитель, канд. арх., профессор*  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда

Исследованию жилых территорий современных городов посвящено достаточно много научных работ. Прикладные исследования, посвященные взаимодействию понятий приватности жизни и пространственных характеристик дворов, сконцентрированы в социолого-экономических изысканиях, которые ложатся в основу архитектурно-планировочных решений.

В настоящее время в городской структуре имеется масса примеров взаимосуществования в едином пространстве однородной формы собственности. Выявление совпадения градостроительных границ и «границ соседских/психологических границ» стало более трудоемким из-за насыщенности и сложности палитры дворового разнообразия. Определение чувства принадлежности обитателя и способ взаимодействия единой формы собственности - задача, стоящая для обращения на себя внимания.

Цель исследования состояла в выявлении различия в восприятии границ дворовых территорий разными категориями обитателей. Выяснить степень привязанности обитателей к дворовым территориям, закреплённым за ними, узнать, как они их видят. Для сравнительного анализа были выбраны дворы заречной части города Вологды, находящиеся в рамках улиц Горького, Гоголя и ТЦ М.ВИДЕО (рис. 1).

Исследование проводилось методом наблюдения территории, при помощи фотофиксации (рис. 2, рис. 3) и анкетирования жильцов.

В настоящее время в нашей стране существует, по крайней мере, четыре категории квартиросъемщиков (нанимателей) [1]. К первой категории относятся «старые» муниципальные квартиросъемщики, то есть те, кто не приватизировал квартиру и, следовательно, не менял свой статус. Их домовладельцем являются муниципалитеты. Численность этих «старых» муниципальных квартиросъемщиков сейчас продолжает сокращаться в свете продолжающейся бесплатной приватизации. Второй категорией являются новые «социальные» квартиросъемщики – новое понятие, зафиксированное в новом жилищном кодексе вместе с понятием «социальный найм». Третьей категорией, являются новые «коммерческие» квартиросъемщики собственники квартир. К четвертой – самой распространенной группе нанимателей – относятся люди, снимающие квартиры у частных лиц – собственников квартир.

В ходе опроса выяснилось, что соотношение собственников жилого помещения и квартиросъёмщиков, на исследуемой территории г. Вологды, составило 60% к 40%. Проведённый анализ показал, что коммерческие квартиросъёмщики, проживающие на данной территории более 30 лет, обладают большей привязанностью к их местообитанию и информацией о собственном дворе и вносят наибольший вклад в его благоустройство и развитие. Они заботятся о своих владениях и чётко знают, где проходит граница их собственности. Люди, снимающие квартиры у частных лиц – собственников квартир, проживающие на этом месте от 2 месяцев до 6 лет, осведомлены гораздо хуже, и границы двора для них представляются более расплывчатыми, в отличие от респондентов первой группы, которые являются собственниками жилого помещения. Лица, снимающие квартиру, не могут определить грань, позволяющую поставить чёткие рамки между «соседскими владениями».

В ходе исследования архитектурно-планировочных решений было выяснено, что такая категория жильцов как арендатор относятся совершенно безразлично к состоянию дворового пространства. Поэтому уход за территорией и её благоустройством ложится на плечи управляющей компании и муниципалитетов. Жильцы домов с коммерческой формой собственности могут участвовать в обустройстве двора, и на собственные средства осуществлять оборудование и благоустройство на территории. В итоге можно сделать вывод, что к различным формам собственности должны быть применены различные архитектурные подходы и приёмы благоустройства.



Рис. 1



Рис. 2

1. Толкачёв О.М., Арендное жилье как необходимое условие модернизации России //federalbook.ru: Федеральный справочник [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://federalbook.ru/news/analitics/14.09.2010-2.html>

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ КАЧЕСТВА СРЕДЫ ОТ ВЕЛИЧИНЫ И РАЗМЕРОВ ЖИЛОГО КВАРТАЛА

*Е.Г. Тимофеева, М.И. Кириллова*

*Л.В. Анисимова, научный руководитель, канд. арх., профессор  
Вологодский государственный университет  
г. Вологда*

С ростом урбанизации современных городов возрастает потребность в освоении новых территорий. В погоне за максимальным использованием территории и желанием «отбить» вложения, застройщики не учитывают влияние пространственной структуры внешней среды на психологическое состояние человека (комфорт, безопасность, обособленность и т.д.). Методом и графо-аналитической работы на примере практик квартальной застройки северо-западного региона, России (Вологда) и европейского (Таллин) авторы попытались выявить зависимость качества среды и величины квартала, а также изучить какие факторы оказывают влияние на отношение человека к месту своего проживания.

Авторы провели сравнительный анализ планировочных структур квартальной застройки центральной части городов по следующим критериям: границы, площадь, плотность населения, процентное соотношение жилой застройки к площади квартала, процентное соотношение жилой застройки к внутридворовым пространствам и уровень качества среды (благоустройство, контроль над пространством, разнообразие планировки).

В зависимости от габаритных размеров было выделено три типа квартальной застройки: большие (в глубину до 300 м), средние (до 100 м), маленькие (до 80 м).

В городе Вологде был взят квартал большого типа, общей площадью 5,4 га (рис. 1с). Преимущественно это старая застройка с включением сохранившихся двухэтажных деревянных зданий. Этот квартал сформировался в СССР, когда вся собственность была коллективной. Все открытые пространства являлись общественными, не существовало частных. С возвращением рыночных отношений появились коммерческие пространства (магазины на первых этажах), которые привлекают большие потоки людей. У обитателей домов теряется контроль над пространством и, как следствие, чувство принадлежности к собственности.

Следовательно, внутридворовые пространства находятся в запущенном состоянии. Два других квартала (рис. 1а, рис. 1б) существенно не различаются по общей площади, зато плотность имеет явные отличия: в жилом квартале меньшей площади плотность людей возрастает почти в 1,5 раза. На таких территориях более благоустроенные дворы и четкое зонирование пространства.

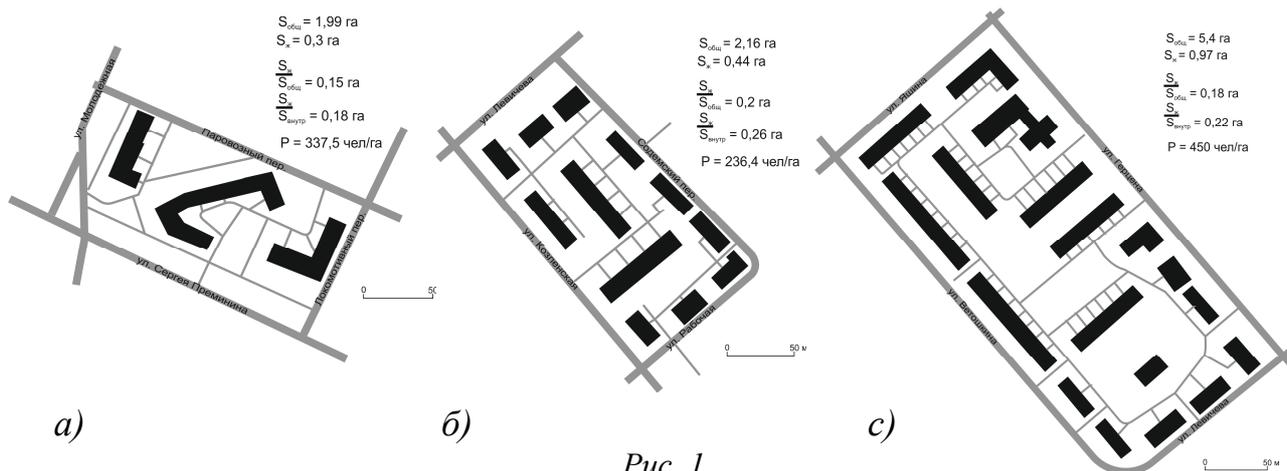


Рис. 1

Европейский квартал имеет меньшие размеры. Самый большой квартал равен 2,8 га (рис. 2с), средняя величина квартала 1,6 га (рис. 2б), малый квартал 0,8 га (рис. 2а). Вне зависимости от величины квартала, плотность приблизительно одинаковая.

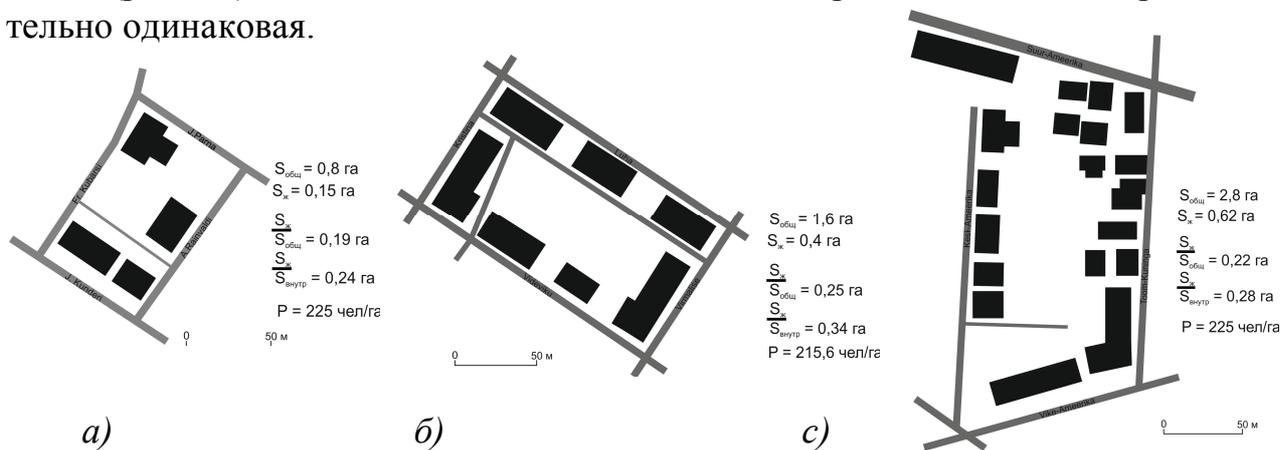


Рис. 2

Квартал сочетает в себе невысокую застройку не выше 4 этажей и двухэтажные деревянные дома, сохранившиеся исторически. В большом квартале помимо исторической застройки присутствует современная архитектура. При этом квартал имеет периметральный тип застройки с общим двором, обособленным от внешней городской среды. Это позволяет сохранить приватность внутриквартальной территории, но при этом визуально оставаться открытым.

В ходе исследования, авторы выявили, что наиболее оптимальное соотношение «плотность-размер» имеет квартал средней величины, границы которого варьируются в пределах 100 м в глубину. В кварталах большей площади сложнее выполнить зонирование территории, сохраняя при этом высокий уровень качества среды, также они по своим размерам и плотности подразумевают наличие общественных структур, что нарушает целостность и обособленность внутриквартального пространства. Малые кварталы требуют большей этажности жилых образований, что чревато понижением уровня качества сре-

ды за счет увеличения плотности на достаточно малой территории, а это отрицательно сказывается на здоровье людей, системе культурно-бытового и транспортного обслуживания.

1. Крашенинников А.В. Жилые кварталы / А.В. Крашенинников. – Москва : Высшая школа, 1988.
2. Проект Россия / Project Russia 2014 №73/Барт Голдхоорн, 2014. – 284 с.

## ВОЗВРАЩЕНИЕ СОЦИАЛЬНОЙ ЗНАЧИМОСТИ УЛИЦЕ

*Е.Н. Титоренко*

*А.В. Крашенинников, научный руководитель, д-р арх., профессор  
Московский архитектурный институт (Государственная академия)  
г. Москва*

Открытые пространства города являются местами целенаправленного или случайного взаимодействия горожан. Улицы как линейное коммуникативное пространство была социальным центром для малых городов, на улицах встречались горожане и узнавали новости. Улицы в новой жилой застройке сегодня находятся во власти автомобильного движения. Поскольку укрупненный масштаб воспринимается из окна автомобиля при движении, пешеход вытеснен из уличного пространства из-за низкого уровня социальной активности и небезопасности пространства. Привлекательность улиц в новых и развивающихся жилых районах утрачивается, они используются только для транзитного движения, по сравнению с оживленными улицами центра города выглядят как пустынные и заброшенные. Неправильное зонирование, визуальное загрязнение нерегламентированными рекламными щитами, киосками, стихийная парковка зачастую делают улицу неудобной даже для транзитного движения. Но «городские улицы являются общественным пространством и представляют собой нечто большее, чем просто место для движения транспорта» [1].

Целью данного исследования является поиск механизма трансформации существующих и создания новых улиц как социально значимого для горожан пространства, способствующего объединению жителей микрорайона (квартала) на примере города Вологды.

Для исследования социальной активности на улицах в новой жилой застройке и развивающихся районах (кварталах) выбраны улицы местного значения - Сергея Преминина и Фрязиновская (рис.).

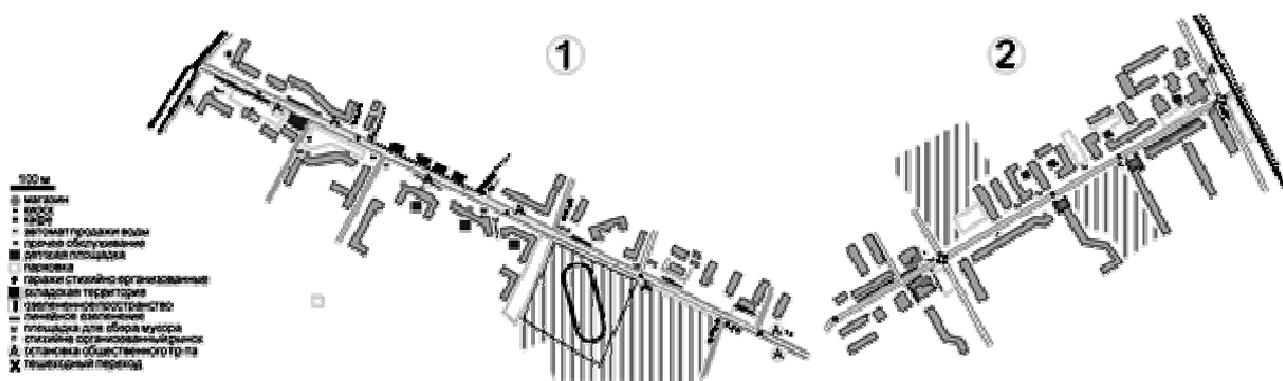


Рис. Улицы местного значения Сергея Преминина (1) и Фрязиновская (2)

На данных улицах уплотняется застройка и ведется новое строительство. Социальное обслуживание представлено преимущественно коммерческой составляющей - различными магазинами, а кафе и площадки для отдыха отсутствуют. Пространство тротуаров используется для катания взрослых и детей на велосипедах и роликовых коньках, велодорожки фрагментарны или не выделены вообще. Оживляющее присутствие художников, музыкантов и артистов, ароматов свежей выпечки или высаженных цветов, появляющихся в камерных пространствах центра города, в новых жилых районах полностью отсутствует, предпосылок к их возникновению нет.

По результатам исследования представленных улиц выведен масштаб от 1 до 4 единиц обслуживания (как центры социальной активности) на 100 м фронта улицы. Полученный показатель значительно меньше по сравнению с оптимальным значением для социально активной улицы центральной части города, - 10 единиц обслуживания на 100 м фронта улицы или фасада, - что повышает активность и привлекательность, а также насыщенность пешеходной улицы [2]. Насыщенность усиливается к перекресткам. Поскольку структурные единицы – кварталы имеют очень большую протяженность от 250 до 700 метров, то данной плотности недостаточно для создания активной улицы, она будет использоваться в качестве транзита.

Активность и насыщенность улицы Преминина прерывистая, на некоторых фрагментах отсутствует тротуар. Вдоль территории складов, огороженной забором, узкий тротуар не используется, так как это небезопасно. Данные участки улицы полностью выпадают для пешеходов. Фронт ул. Фрязиновской прерывается двумя озелененными участками, которые могли бы выступать в качестве обустроенных микрорайонных садов, но никак не оборудованы и опасны в вечернее время суток. Множество площадок для сбора мусора с открытыми контейнерами располагаются на обеих улицах. Удручающая панорама новых улиц, отнюдь не предназначенных для социальных контактов, пространство никому не принадлежит, границы не читаемы.

Для активации уличного пространства в новых жилых районах и возвращения улицам социальной значимости необходимо предпринять следующее: организовать пространство улицы с учетом особенностей восприятия человеческого, а не автомобильного масштаба; насытить пространство социальными объектами, активизировать среду улицы, задействовать фасады зданий, формирующих улицу на первых этажах не только для торговой функции, но и встроенного обслуживания; зонировать и структурировать пространство; создавать гибкие многофункциональные пространства «карманы», места для отдыха в оптимальной зоне социального контроля, пространства с малыми формами; организовывать общие оборудованные озелененные зоны микрорайона.

1. Проектирование городских улиц /коллектив авторов NASTO; Пер. с англ. – Москва : Альпина нон-фикшн, 2015. – 192 с.

2. «Если граница не работает, пространство никогда не оживёт». Активность мест на Невском проспекте. Фонд «Городские проекты» [Электронный ресурс]. - [http://city4people.ru/blog/blog\\_269.html](http://city4people.ru/blog/blog_269.html)

## О ГАРМОНИИ ЦВЕТА И ФОРМЫ

*А.А. Ягелюк*

*С.В. Ягелюк, научный руководитель, канд. техн. наук, доцент  
Луцкий национальный технический университет  
г. Луцк*

Цвет из мастерской художника давно вышел на улицу и стал использоваться дизайнерами для создания определенного настроения людей в интерьере, при создании бытовых потребительских товаров, в архитектурной среде. Влияние цвета на эмоциональное состояние человека активно используется производителями товаров, особенно товаров для детей. Цвет используется для придания контрастности потребительским вещам многие годы. Первыми свойство контраста подчеркивать особенности предмета заметили ювелиры, раскладывая драгоценные изделия, на черном бархате. К сожалению, в предметном мире, созданном человеком, идеальные пропорции цвета и формы встречаются очень редко. Форма может быть красивой, но цвет может испортить впечатление от формы и наоборот. Поэтому изучение вопросов гармонии цвета и формы для создания потребительских товаров, особенно детских, очень актуально и имеет большое практическое значение.

В XX веке многие принципы, определяющие внешний облик архитектуры, повсеместное употребление классических ордеров, продолжавшееся с XV по XIX века, были поставлены под сомнение: избыточность украшений не соответствовала техническим реалиям, и, отринув орнаментику, архитекторы переломили многовековую традицию. Вначале новые здания казались невыно-

симыми в своей наготе, но со временем общество научилось ценить ясные очертания и компактные формы нового стиля. У его истоков стоит Баухауз, теоретические посылки которого часто сводятся к лозунгу «функционализм», то есть что утилитарно, удобно, то и красиво. Однако это не совсем верно: лучшие создания функционализма красивы потому, что дизайнеры обладают вкусом и художественным чутьем.

В выпущенном школой «Манифесте» 1919 года архитектура была названа ведущим направлением в дизайне, провозглашались принципы равенства между прикладными и изящными искусствами, декларировались идеи повышения качества промышленной продукции. Основатели движения видели целью удовлетворение массовых потребностей населения и стремились сделать промышленные товары красивыми, доступными по цене и максимально удобными.

Термином «цветовая гармония» часто определяют приятное для глаз красивое соединение цветов, которое допускает их согласованность, упорядоченность и пропорциональность. Теория цветовой гармонии не может быть сведена только к гармонирующим цветам, она требует ритмичной организации цветных пятен. Бессистемное накопление цвета создает дисбаланс. Для создания классической цветовой гармонии необходимо соблюдать некоторые правила подбора цветов:

в гармонии должны быть заметны первоначальные элементы многообразия, т.е. присутствовать красный, желтый и синий цвета;

многообразие тонов должно быть достигнуто через разнообразие светлого и темного;

тона должны быть в равновесии, ни один не должен выделяться - это и есть цветовой ритм;

чистые краски следует применять экономно из-за их яркости и лишь в тех местах, которые хочется выделить.

В современном предметном мире принято думать, что люди любят яркие цвета. Их окружают изделиями замысловатых форм с резкими, контрастными и яркими цветами. С точки зрения продавца, для того чтобы заинтересовать покупателя, необходимо делать цвет и форму все сложнее. Однако в очень яркой среде, людям и, особенно, детям, сложно выделить отдельные детали, сконцентрировать свое внимание, почувствовать себя психологически комфортно. Таким образом, производители уходят все дальше от гармонии. Данную проблему можно решить с помощью цветового гармоничного круга. Благодаря его использованию можно находить как гармоничные сочетания, так и искомый цвет к уже заданным, цветовую гамму, динамические и характерные сочетания.

1. Щекин Г.В. Визуальная психодиагностика и её методы. – Киев, 1990.  
[http://abc.vvsu.ru/Books/up\\_kolorit\\_kak\\_osn\\_zshivop/default.asp](http://abc.vvsu.ru/Books/up_kolorit_kak_osn_zshivop/default.asp)

## СОДЕРЖАНИЕ

## Секция «МАШИНОСТРОЕНИЕ»

<b>Беляева В.М.</b> Разработка технологической линии по переработке древесных отходов в ДПКТ.....	4
<b>Жарковский И.А.</b> Разработка и анализ конструкции инструмента для обработки точных глухих отверстий .....	6
<b>Журкина И.А.</b> Организация процесса управления инженерными данными на машиностроительном предприятии .....	7
<b>Зыкова И.П.</b> Анализ кольцевого сверления и разработка кольцевых сверл....	9
<b>Карпуничев А.В.</b> Применение методов прикладной термодинамики в проектировании металлических композиционных материалов .....	12
<b>Левринц К.Й.</b> Разработка ультразвукового миниэкстрактора для создания полезных питьевых настоев в повседневном рационе человека .....	13
<b>Москвина Т.В.</b> Разработка и анализ конструкции регулируемого инструмента для кольцевого резания .....	15
<b>Седова К.А.</b> Разработка унифицированного самозаклиниваемого элемента для различных режущих инструментов.....	17
<b>Сернова Н.В.</b> Система менеджмента качества ОАО «ВОМЗ» – практическая реализация в рамках машиностроительного предприятия .....	19
<b>Хакимзянов И.Ф., Шаяхметова А.Х.</b> Разработка технологического комплекса для производства тепловой энергии .....	21
<b>Чалышева Н.А.</b> Кинематический анализ шестигранного сверления .....	23
<b>Шилова А.А.</b> Особенности контурного фрезерования при обработке деталей сложной геометрии .....	25
<b>Maciej Szarata.</b> Wpływ sposobu przeprowadzenia pomiarów kątów na wielkość niepewności .....	28
<b>Mateusz Szczygieł.</b> Wpływ pomiaru odległości cięciwy od krawędzi łuku, na dokładność obliczeń.....	31
<b>Jarosław Nowak</b> Diagnostyka i legalizacja butli ciśnieniowych w świetle nowych przepisów ue.....	33
<b>Grzegorz Kucia.</b> Badanie sterowania napędem elektrohydraulicznym z w układzie z dżojstikiem haptic .....	36
<b>Justyna Krzysińska.</b> Badania wpływu parametrów technologicznych na jakość wyrobu w procesie wtryskiwania .....	39

**Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА»**

<i>Ашанатов А.А., Аносов С.В.</i> Актуальность увеличения дорожного просвета автомобиля .....	42
<i>Зуйков В.В.</i> Оценка экономической эффективности гибридных автомобилей .....	44
<i>Карпова К.Е., Гавриленков Д.А.</i> Экологичность электромобилей и автомобилей, работающих на водородном топливе .....	46
<i>Медведев Я.И.</i> Терминальная система перевозок .....	48
<i>Петрушин Д.А., Ананьев А.В.</i> Информационные технологии в управлении работоспособностью автомобилей .....	50
<i>Теплякова К.А.</i> Определение инвестиций и оценка сроков окупаемости строительства участков СТО .....	53
<i>Чернов В.В.</i> Безопасность дорожного движения на пассажирском транспорте .....	55

**Секция «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ ОРГАНИЗАЦИОННЫМИ ПРОЦЕССАМИ И ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ»**

<i>Баданин Д.А.</i> Построение виртуальной среды экономического моделирования .....	57
<i>Бакшанов Д.А.</i> Система автоматизации разработки программного обеспечения на основе шаблонов проектирования .....	59
<i>Басалаева Ю.С.</i> Исследование алгоритмов кластеризации с целью анализа данных проверяющей системы .....	60
<i>Васильянов Г.С.</i> Разработка и исследование алгоритма адаптивного управления четырехногими роботизированными платформами .....	63
<i>Ефремова О.С.</i> Программный комплекс лабораторных работ по методам комбинаторно-морфологического анализа .....	64
<i>Копейкина С.Е.</i> Алгоритм принятия решения на основе метода перебора конъюнкций для процессов очистки оборудования .....	66
<i>Коптяев А.А.</i> Агентная модель городского населения на базе вероятностных автоматов .....	69
<i>Кузнецов И.А.</i> Информационная система мониторинга и анализа управления молодежной политики Вологодской области .....	71
<i>Лобазова Т.Н.</i> Электронный лабораторный практикум по дисциплине «Программирование на VBA» .....	74
<i>Малинин К.С.</i> Информационная система анализа и мониторинга проведения практики студентов .....	76

<b>Мизяков И.Н.</b> Разработка виртуального тура по Вологодскому государственному университету .....	79
<b>Николаев П.А.</b> Разработка системы для моделирования модифицированных нечетких сетей Петри .....	81
<b>Патрышев А.В.</b> Автоматизация настройки производительности СУБД при помощи СППР .....	83
<b>Рожина Е.Н.</b> Разработка адаптивной обучающей системы .....	85
<b>Саблина А.С.</b> Исследование стойкости Captcha к автоматическому распознаванию .....	87
<b>Саварин А.Ю.</b> Разработка частотного словаря устойчивых словосочетаний для коллекции технических текстов на английском языке .....	89
<b>Сараев И.В., Кулагин А.В., Елесева А.В.</b> Программное средство для облегчения выбора материально-технического оснащения .....	91
<b>Слизова С.В.</b> Автоматизация работы с заявлениями студенческого профкома .....	94
<b>Федечкин Р.С.</b> Информационные технологии при составлении учебно-методического комплекса документов .....	95

#### **Секция «УПРАВЛЯЮЩИЕ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ В ЭНЕРГЕТИКЕ, ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СФЕРЕ И БИЗНЕСЕ»**

<b>Бажанова А.А.</b> Особенности цифровой подстанции .....	98
<b>Бахтенко Е.А.</b> Предприятие как объект управления в контексте разработки информационного обеспечения .....	100
<b>Бороухин А.А.</b> Блок динамического торможения асинхронного двигателя пильного агрегата .....	102
<b>Вагайский П.В.</b> Адаптация устройств релейной защиты в отечественной промышленности .....	104
<b>Ваганов Е.О.</b> Разработка прямоточной микрогэс малой мощности .....	106
<b>Васичев Д.А.</b> О возможности реализации дельталета с электрическим приводом .....	108
<b>Ворошнина Е.А.</b> Особенности моделирования дальних линий электропередач .....	110
<b>Гужуманюк Э.А.</b> Разработка современных средств ограничения токов однофазного замыкания .....	112
<b>Двойнишников И.В.</b> Система управления квадрокоптера .....	114
<b>Долговязов Н.А.</b> Мобильное приложение «Аудиогид» .....	116
<b>Егоров Е.А.</b> Система зонного искусственного освещения .....	118

<b>Кириллова В.Л., Свешников В.М.</b> Программное обеспечение учета оборота продуктов в холодильной установке .....	120
<b>Коровин Д.А.</b> Перспективы развития Smartgrid в жилищно-коммунальном хозяйстве микрорайонов .....	121
<b>Корсаков Р.Н.</b> Компьютеризированная система автоматического полива..	123
<b>Обиходов Д.С.</b> Мобильное приложение «Бортовой журнал автомобилиста».....	125
<b>Расстончинов А.Ю.</b> Компьютеризированная система обработки телефонных звонков .....	126
<b>Свешников В.М., Кириллова В.Л.</b> Программно-аппаратный комплекс учета продуктов холодильной установки.....	128
<b>Селюкова О.А.</b> Разработка устройств компенсации токов замыкания на землю в сети с изолированной нейтралью для подстанции глубокого ввода .....	130
<b>Серьёзов Ю.В.</b> Электропривод эскалатора с вентильно-индукторным двигателем.....	132
<b>Смирнов К.В.</b> Разработка электропривода автомобиля с гибридной установкой.....	134
<b>Хартуков Э.А.</b> Разработка автономного ветрогенератора для хозяйственных нужд.....	136
<b>Цветков Е.В.</b> Система управления станка с ЧПУ для черчения.....	138
<b>Черепанов А.В.</b> Расчет нагрева экрана контрольного кабеля в режиме короткого замыкания.....	140
<b>Черепанов И.Н.</b> Молекула йода как модельная система для квантового компьютеринга .....	142
<b>Шадрин А.В.</b> Исследование энергетических показателей электропривода постоянного тока .....	144

#### **Секция «БИОТЕХНОЛОГИЯ И МЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНИКА»**

<b>Губанов А.В.</b> Разработка модуля обработки электромиографических данных .....	147
<b>Егоров А.Г., Черняев Н.В.</b> Дифракция на эритроцитах крови человека.....	149
<b>Иванова Н.С.</b> Некоторые аспекты получения сорбента на основе фиброина натурального шёлка .....	150
<b>Колосов И.В.</b> Улучшение эксплуатационных характеристик эксимерного лазера.....	152
<b>Кузнецова Ю.П.</b> Задачи при проектировании аппарата для гемодиализа ...	155
<b>Лазарева А.С.</b> Влияние напитков на кислотно-щелочной баланс организма .....	157

<i>Лукашенко Е.И.</i> База данных для учета беременных женщин в медико-генетической консультации .....	159
<i>Меранкова А.С.</i> Биотехнологии в медицине и современный социум .....	161
<i>Носова Я.В., Бережная А.В.</i> К вопросу изучения нарушения обоняния .....	163
<i>Полянский Н.А.</i> Влияние полиморфного варианта витамина D на частоту возникновения сердечно-сосудистых заболеваний, сахарного диабета, туберкулеза.....	164
<i>Сенчуков В.С.</i> Разработка технологии пробиопротекторов – альтернативных препаратов коррекции дисбактериоза.....	165
<i>Федорюк Е.Д.</i> Влияние источников азота на коллагенолитическую активность гриба <i>Coprinus SP.</i> .....	167
<i>Хотякова А.П.</i> Возможность применения многокольцевых излучателей в гипертермии и КВЧ-терапии .....	169
<i>Шпакович Ю.С.</i> Аппаратно-программный комплекс определения степени плоскостопия.....	170

#### Секция «АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ»

<i>Авринский А.А.</i> Режим работы светофорной сигнализации на перекрестке .....	172
<i>Боришкевич А.С.</i> Инновационная технология ямочного ремонта автомобильных дорог .....	174
<i>Горин П.А., Казьмин В.Г.</i> Автономное освещение мостов и ближайших к ним объектов промышленного и гражданского назначения .....	176
<i>Ильин А.Н.</i> Изучение ситуации безопасности на пешеходных переходах, оборудованных светофорами .....	178
<i>Осов А.В., Добрынин А.А., Ильин К.М.</i> Состояние и пути увеличения сроков службы железобетонных мостов .....	180
<i>Козырева Д.А.</i> Использование ультразвука для улучшения свойств битумных эмульсий .....	182
<i>Корж С.А.</i> Инновационные методы повышения несущей способности пролетных строений мостов.....	184
<i>Пискунов М.В.</i> Интеграция дорожной метеорологической информации ...	186
<i>Федукин А.С.</i> Зимнее содержание автомобильных дорог методом уплотненного снежного покрова.....	189

**Секция «СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ И МАТЕРИАЛЫ»**

<i>Акимбекова С.Т.</i> Влияние модификатора на свойства фибробетонов.....	191
<i>Альменбаев М.М.</i> Эффективные способы снижения пожарной опасности древесины с лакокрасочными материалами.....	193
<i>Белкина Е.И.</i> Расчёт стальных стропильных ферм по российским и европейским нормам проектирования.....	195
<i>Васильева А.И.</i> Эффективное конструктивное решение здания детского сада с использованием несъемной опалубки Velox .....	197
<i>Вышарь О.В.</i> Исследование процессов, протекающих при обжиге керамических изделий из отходов угледобычи .....	200
<i>Гнездилова Ю.В.</i> Определение динамических параметров тонкой вязкоупругой ленты.....	202
<i>Докучаев Р.В., Корнев О.А.</i> Результаты испытаний неметаллической арматуры .....	203
<i>Егорова А.А.</i> Разработка новых композиционных материалов на основе полистирола с оптимальной термодинамической совместимостью компонентов.....	205
<i>Жауханова А.К.</i> Методика расчета осадок фундаментов на обломочно-глинистых грунтах.....	207
<i>Жукова И.С.</i> К исследованию энергосбережения в различных планировочных решениях зданий.....	209
<i>Жумабаева Д.Б., Никифоров В.В.</i> Магнитная обработка компонентов цементно-зольных систем .....	211
<i>Исабай Д.Т., Мусаханова С.Т., Такибай Ш.</i> Строительные материалы на основе промышленных отходов как экологическая доминанта развития современной экономики.....	213
<i>Казакова Е.Д.</i> Исследование эффективного конструктивного решения универсальной спортивной площадки.....	215
<i>Левашов Н.Ф., Ведяскин Ю.А., Ратов Н.А.</i> Методика оценки влияния добавки стекловолокна на огнестойкость плиты перекрытия .....	217
<i>Логунин А.Ю., Егорова А.А.</i> Использование отходов стеклобоя и полистирола в качестве сырья для производства строительных материалов методом форсированного электропрогрева самоуплотняющихся масс ...	220
<i>Макишев Ж.К.</i> Исследование пожарной опасности деревянных конструкций на основе клееного шпона (балки LVL) .....	222
<i>Макимова Т.В., Демешко И.В.</i> Управление технологическим процессом – залог стабильности качества ячеистобетонных изделий.....	224
<i>Мацевич А.В.</i> Исследование свойств смесей вторичного АБС-пластика со СКЭПТ.....	226

<b>Мошкова Е.А., Антончик Т.В., Егорова П.А.</b> Исследование возможности использования эковаты в ЛСТК-панелях .....	229
<b>Мусаханова С.Т., Вышарь О.В.</b> Петрографические исследования вскрышных пород угледобычи .....	231
<b>Нурлыбаева А.Н., Рустем Е.И.</b> Определения молекулярной массы метакриловых сополимеров методом гель-хроматографии .....	233
<b>Сексенбаев Н.К.</b> Полусухое прессование керамического кирпича на основе различных сырьевых материалов .....	235
<b>Торопков Н.Е.</b> Влияние физико-химических характеристик и условий формования глин в технологии керамзитов .....	237
<b>Хасаншина Р.Т.</b> Создание эластичных композитов на основе древесного сырья .....	240
<b>Шаи А.К., Айдарханова А.А.</b> Седиментационные процессы в цементно-зольных системах .....	242
<b>Щелкунов Н.М.</b> Взаимодействие электромагнитной волны с тонкими многослойными металл-диэлектрическими пленками .....	244
<b>Якуничева Я.Н.</b> Анализ результатов обследования здания пожарного депо .....	245

#### **Секция «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ»**

<b>Амиров Э.Э.</b> Определение эквивалентной площади звукопоглощения зрительских мест в зале областной библиотеки в г. Вологде .....	248
<b>Вантрусова Н.С.</b> Экспериментальное исследование времени реверберации зрительного зала областной библиотеки в г. Вологде .....	250
<b>Горева Н.В.</b> Определение остаточного ресурса простенка здания .....	251
<b>Каберова А.А.</b> Расчет надежности оснований плитных фундаментов .....	254
<b>Кайнова А.А.</b> Определение и исследование разборчивости в зале областной библиотеки в г. Вологде .....	256
<b>Сверчкова Н.А.</b> Теоретическое исследование времени реверберации зрительного зала областной библиотеки в г. Вологде .....	258
<b>Соловьев С.А.</b> Определение предельной нагрузки железобетонных балок по прогибу .....	259
<b>Сушев Л.А.</b> Определение остаточного ресурса надёжности свайных фундаментов в условиях вечной мерзлоты Чукотского АО .....	262
<b>Тропина Д.А.</b> Расчет надежности фундамента пресса для штамповки сепаратора подшипника .....	264

**Секция «ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЕ,  
ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ  
И ПРОМЫШЛЕННАЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА»**

<i>Абанин С.Н., Шадрунова Е.А.</i> Технологические особенности очистки питьевой воды в озонсорбционном блоке .....	266
<i>Гаврилов Е.Ю., Галактионова Е.В., Сурикова А.Н.</i> Таблица дисконтирования денежных потоков для систем ТГВ .....	268
<i>Гаврилов Е.Ю., Сурикова А.Н.</i> Децентрализация теплоснабжения города Вологды .....	270
<i>Гладышева С.С.</i> Бесперебойное электроснабжение производства тепличного комбината .....	272
<i>Киселкин М.П., Свищев И.А.</i> Исследование основных энергетических свойств древесных отходов .....	273
<i>Комаров И.П., Голубева И.В.</i> Численный метод расчета разгиба сляба МНЛЗ .....	275
<i>Кудрявцев Д.А.</i> Энергоэффективность тепловых сетей .....	278
<i>Мнушкин Н.В.</i> Расчетно-экспериментальное исследование эффективности работы системы децентрализованного отопления .....	280
<i>Монаркина Т.В., Копытов Ю.Н.</i> К разработке эффективной насадки регенеративного теплообменного аппарата .....	281
<i>Паничева М.О., Мнушкин Н.В.</i> Экспериментально расчетная методика определения энергетического и стоимостного показателя лучистой энергии для произвольного объема помещения .....	283
<i>Сизанова А.С.</i> Разработка новых устройств для защиты органов дыхания в условиях пониженных температур .....	285
<i>Смирнова Е.Н., Мигунов С.А., Шумилов М.А.</i> Отдельные проблемы централизованного теплоснабжения и пути их решения .....	287
<i>Смирнов А.А., Казакова Е.Д.</i> Математическая модель оптимизации теплопотерь при отоплении коттеджа .....	289
<i>Тельминов В.С.</i> Анализ эффективности установки ГРПШ в малых населенных пунктах .....	291

**Секция «РЕСТАВРАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ  
АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ»**

<i>Акимова М.С.</i> Усадьба Казанкова в городе Великом Устюге .....	293
<i>Балахонцева А.Н.</i> Композиционный анализ Иоанно-Предтеченского монастыря в городе Великом Устюге .....	295
<i>Баханец К.Н.</i> «Передвижная» реконструкция как один из методов сохранения памятников архитектурного наследия .....	297

<b>Башмакова О.П.</b> Композиционный анализ женского монастыря в Горицах Кирилловского района .....	298
<b>Беликова Л.К.</b> Современные приемы реконструкции памятников архитектурного наследия под здания общественного назначения .....	300
<b>Белоглазова Н.А.</b> Восстановление художественного образа Свято-Духова монастыря.....	302
<b>Васильева В.В.</b> Эволюция ансамбля Кирилло-Белозерского монастыря .....	304
<b>Волков К.А.</b> Принципы реконструкции жилья периода советского авангарда на примере ленинградских жилмассивов.....	306
<b>Волчек И.Д.</b> Условия сохранности памятников архитектуры в процессе реставрации и реконструкции .....	308
<b>Голубева С.С.</b> Реконструкция усадьбы Спасское-Куркино в посёлке Куркино Вологодской области.....	309
<b>Докудовская Д.И., Ковтун А.Ю.</b> Применение вертикального озеленения фасадов при реконструкции зданий.....	312
<b>Заозерская А.А.</b> Определение степени разрушения древесины .....	313
<b>Казакова Е.С.</b> Восстановление художественного образа Знамено- Филипповской Яиковской пустыни в Великом Устюге .....	315
<b>Карева Л.Ю.</b> Восстановление художественного образа Богородицкого Лопотово-Пельшемского Григорьевского монастыря.....	317
<b>Кубасова Ю.В.</b> Дом Гоголицына З.Н. в городе Великом Устюге.....	319
<b>Лукинова Я.М.</b> Икона Прокопия Устюжского, предстоящего Богоматери, в сорока клеймах .....	321
<b>Максименкова В.Е.</b> Церковь живоначальной Троицы в деревне Шадрино Сокольского района .....	323
<b>Мартяшева Е.О.</b> Основные этапы развития Богородице Рождественского монастыря .....	325
<b>Марюкова Н.О.</b> Реставрация церкви Покрова Пресвятой Богородицы в деревне Замошье Сокольского района .....	327
<b>Махова Т.Д.</b> Открытые общественные пространства в историческом районе Санкт-Петербурга «Коломна» .....	329
<b>Меркулова Г.В.</b> Основные этапы развития Семигородней Успенской пустыни .....	331
<b>Мишенёва Ю.М.</b> Композиционный анализ Дионисиево-Глушицкого монастыря.....	333
<b>Оленичева С.В.</b> Городская усадьба И.Е. Шестакова в городе Великом Устюге .....	335
<b>Павлинова Н.И.</b> Вологодская икона «Дмитрий Прилуцкий с житием» .....	337
<b>Подосенова А.С.</b> Реставрация церкви Воскресения в Усолье Тотемском .....	339

<b>Полетаева С.В.</b> Памятник культуры – жилой дом Белых в городе Великом Устюге .....	341
<b>Пошехонов А.А.</b> Исследование объемно-пространственной структуры Дюдиковой пустыни в г. Вологде .....	342
<b>Ракова Н.Н.</b> Реконструкция Сямского Богородице-Рождественского монастыря под духовный центр.....	344
<b>Романова Н.А.</b> Тябловый иконостас Рождественского собора в Ферапонтово как конструктивный тип.....	346
<b>Рыбаков В.А., Дворецкий А.В.</b> Разработка самозащелкивающихся кровельных панелей и их применение при строительстве и ремонте объектов ЖКХ и реставрации памятников архитектуры .....	348
<b>Смирнова М.Н.</b> Реставрация церкви Николая Чудотворца в д. Оларево .....	349
<b>Степанова А.О.</b> Реставрация церкви Рождества Христова (Покровская) в городе Устюжне .....	351
<b>Ханова О.И.</b> Ультразвуковой способ реставрации сплавов из черных металлов .....	353
<b>Ханова О.И.</b> Проблема поновлений фресок Софийского собора в Вологде .....	355
<b>Четверикова В.С.</b> Определение состояния кирпичных архитектурных объектов в Вологде .....	357
<b>Шубина К.С.</b> Идейный замысел росписей портала собора Рождества Богородицы Ферапонтова монастыря .....	359
<b>Юшманова Я.М.</b> Композиционный анализ Корнилиево-Комельского монастыря в Грязовецком уезде .....	361

### Секция «ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО»

<b>Абдуллаев Ф.Ш.</b> Совершенствование процессов глубокой очистки сточных вод.....	364
<b>Беликов С.Н.</b> Использование программных средств Microsoft Access для статистической обработки результатов эксперимента по реагентной дефосфотации сточных вод .....	366
<b>Богачев И.А.</b> Предварительные суждения о влиянии карста на сток.....	368
<b>Букарев Д.А.</b> Очистка промышленно-дождевых сточных вод заводов машиностроения методом сорбции на основе активированного алюмосиликатного адсорбента .....	370
<b>Вдовин Д.В.</b> Определение слоя осадков, отводимого на очистные сооружения.....	372
<b>Волкова Е.Ю., Рупшляуките Р.Е., Сивцова О.С.</b> Анализ антропогенных изменений рек Оки за последние 100 лет.....	374

---

<b>Глебова О.А.</b> Особенности обработки осадков станций глубокой очистки сточных вод .....	376
<b>Гульшин И.А.</b> Исследование работы модели энергоэффективного циркуляционного окислительного канала .....	378
<b>Занин Р.С.</b> Исследование влагоотдающих свойств осадков очистных сооружений канализации .....	380
<b>Коряковская Е.С.</b> Сравнительные характеристики материалов трубопроводов с экологической точки зрения .....	382
<b>Круглов А.П.</b> Биологическая очистка сточных вод с применением дисковых биофильтров .....	384
<b>Куцевол М.А.</b> Исследование процессов доочистки сточных вод .....	386
<b>Минина А.А.</b> Анализ водопотребления и водоотведения в Вологодской области .....	388
<b>Молдамуратов Ж.Н.</b> Транспортирующая способность потоков и сток наносов .....	390
<b>Омарова Г.Е., Молдамуратов Ж.Н.</b> Прогнозирование рационального использования засоленных земель Жамбылской области .....	392
<b>Переломова Н.И.</b> Оценка уровней воды рек при наводнениях .....	394
<b>Плешанов А.С.</b> Методы перемешивания жидкости в биореакторах .....	396
<b>Прахова А.М.</b> Реконструкция очистных сооружений канализации с биофильтрами .....	399
<b>Серебрякова Е.Н.</b> Норматив допустимого сброса: теория и практика .....	401
<b>Силинский В.А.</b> Определение фактической шероховатости трубопровода .....	403
<b>Столбихин Ю.В.</b> К вопросу физического и математического моделирования камер гашения напора .....	405
<b>Терехова Е.М.</b> Разработка технологических решений по совершенствованию процессов обработки осадков сточных вод .....	407
<b>Улютичева Е.Е.</b> Применение прикрепленных микроорганизмов на очистных сооружениях канализации .....	410
<b>Шафигуллина А.Ф.</b> Оценка работы канализационных очистных сооружений .....	412
<b>Янцен О.В.</b> Исследование процессов очистки сточных вод на биофильтрах с использованием аэробных и анаэробных зон .....	414

## Секция «ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ»

<i>Абакумов М.И.</i> Особенности экологической безопасности на железнодорожном транспорте .....	416
<i>Анисимова А.А.</i> Палинологическая характеристика позднеледниковых и голоценовых осадков озера Зван (Валдайская возвышенность) .....	417
<i>Балукова А.Г., Толочко А.В.</i> Биоиндикационная оценка городских насаждений города Гомеля .....	418
<i>Булавина Е.В.</i> Зеленые насаждения как защита от тяжелых металлов .....	420
<i>Голубев Д.А., Кухарь Н.И.</i> Разработка принципов создания технологии реабилитации техногенно загрязненной территории .....	422
<i>Кузнецова А.Д., Жигалева А.А., Аганова К.С.</i> Разработка схемы зон экологического равновесия Пензенской области .....	424
<i>Курицын О.Ю., Маслов Е.С.</i> Изучение спектров светодиодных ламп .....	427
<i>Моляренко В.Л.</i> Направления по охране малых рек Гомельской области ...	429
<i>Монина Е.С.</i> Исследование потребления и качества питьевой воды .....	431
<i>Новикова Н.А., Соколова Л.А., Новожилова А.В.</i> Изучения гельминтофауны лося национального парка «Русский Север» .....	433
<i>Орлова Е.В.</i> Оценка экологического состояния рек бассейна Рыбинского водохранилища .....	434
<i>Павлов И.Н.</i> Тяжелые металлы в снежном покрове города Вологды.....	436
<i>Серебрякова Е.Н.</i> Региональные особенности водопользования на территории Вологодской области.....	439
<i>Соколова Л.А., Новикова Н.А., Белькова Е.С.</i> Гельминтофауна медведей и кабанов, обитающих на территории Вологодской области .....	441
<i>Супрунова А.А., Борзенкова Т.Г.</i> Биологическая рекультивация золоотвала ТЭЦ-1 г. Хабаровска .....	442
<i>Труфанов А.Р., Иванова А.В.</i> К вопросу о формах миграции железа в подземных водах .....	444
<i>Упадышева М.Д.</i> Состав и динамика твердых производственных отходов агрофирмы «Красная звезда».....	446
<i>Хамуляк А.А.</i> Грибы в природе и жизни человека, развитие грибного туризма .....	448
<i>Шенец А.В.</i> Основные загрязнители атмосферного воздуха Светлогорского района Гомельской области.....	451
<i>Шулятьева М.В.</i> Выбор конструкции и усовершенствование установки для комплексной очистки подземных вод.....	452
<i>Юн С.В., Буянова О.И.</i> Рекреационно-экологический потенциал горнопромышленных территорий в бассейне р. Амур .....	454

## Секция «РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ И ТУРИЗМ»

<i>Агапова К.С.</i> Использование геоинформационной системы Arcview в региональных географических исследованиях .....	457
<i>Баженов Р.С.</i> География и перспективы развития кинотуризма в России..	459
<i>Баскова Д.В.</i> Территориальный анализ детско-юношеского спортивного туризма Вологодской области.....	461
<i>Гладова А.А.</i> Прогнозирование туристических потоков в национальный парк «Паанаярви» .....	463
<i>Ермолаева В.А.</i> Оценка пейзажной выразительности Леоново-Чуровских гряд .....	465
<i>Каспшек Я.В.</i> К проблеме диверсификации услуг на предприятиях гостиничного сервиса .....	467
<i>Онишко Т.А.</i> Туристско-рекреационный кластер «Гоголевские места Полтавщины» .....	469
<i>Шамахова В.А.</i> Природно-рекреационное районирование окрестностей города Вологды.....	471

Секция «БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ  
НАЗЕМНЫХ И ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ»

<i>Антонова В.А.</i> Особенности развития сапрофитного растения <i>Nurpitus Monotropa Crantz</i> в Бабаевском районе.....	474
<i>Анфалова М.И., Никуличева А.Н., Перерукова Т.Н.</i> Орнитофауна города Вологды .....	476
<i>Арсентьева К.В.</i> К кадастру животных Вологодской области: класс земноводные.....	478
<i>Байкова А.В.</i> Изменения сорной флоры в ходе севооборотов на сельхозугодьях в окрестностях Кадникова.....	480
<i>Бушуева Е.А.</i> Краеведческий музей как источник сведений о природе региона (на примере коллекции жуков-дровосеков Вологодского государственного музея-заповедника).....	483
<i>Вилкова Н.В., Мишенёва Н.А.</i> Роль водотоков в формировании орнитофауны города Вологды .....	485
<i>Воронина О.Н.</i> Современное состояние любительского рыболовства на водных объектах Вожегодского района .....	487
<i>Голубева А.С.</i> Влияние кремнийорганических регуляторов роста на продуктивность ячменя обыкновенного.....	489
<i>Гузакова Д.М.</i> Перспективы применения кремнийорганических регуляторов роста как нового класса регуляторных веществ .....	491
<i>Иванова Н.Ф.</i> Направления и перспективы вертикального озеленения городской среды (на примере Вологды).....	492

<b>Карпова Т.А.</b> Кормодобывающая деятельность серой вороны в г. Вологде .....	495
<b>Кирьянова В.Н.</b> Особенности состояния популяции бабочки мнемозины (Lepidoptera, Papilionidae) на территории национального парка "Русский Север".....	497
<b>Клепикова Н.С.</b> Влияние антропогенных факторов на содержание фенольных соединений в сабельнике болотном .....	498
<b>Кривелева А.Н.</b> Использование хлорхолинхлорида для депонирования калусных культур лекарственных растений.....	500
<b>Лешукова А.С.</b> Флористические особенности акции «Цветущий город» в Череповце .....	503
<b>Лопичева О.Г.</b> Фитопланктон притоков устьевого участка реки Кубены ...	505
<b>Меньшикова О.А.</b> Морфобиологические особенности подкаменщика обыкновенного водотоков Вологодской области .....	507
<b>Полякова В.С.</b> Фауна шмелей западной окраины города Грязовца (Вологодская область) .....	509
<b>Рассохина И.И.</b> Флористическое разнообразие долинного комплекса реки Песь .....	510
<b>Ретровская О.О.</b> Растения пляжных местообитаний Вологодской области: виды Белого озера.....	512
<b>Соколова А.А.</b> Особенности накопления ртути в разных видах рыб реки Уфтюги .....	515
<b>Троицкая Е.В.</b> Популяционное разнообразие боярышницы <i>Arorgia Crataegi</i> (Lepidoptera: Pieridae) в Вологодской области .....	517
<b>Филичева Н.В.</b> Способность плауновых (Lycopodiaceae) Вологодской области к эпифитному произрастанию и занятию необычных субстратов .....	519
<b>Чхобадзе А.Б.</b> Представленность плауновидных (Lycopodiophyta) Вологодской области в гербариях Санкт-Петербурга .....	521
<b>Ярушкина Н.В.</b> Эколого-дендрологическое исследование посадок рода <i>Populus</i> L. в г. Вологде .....	523

#### **Секция «ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО, ЛЕСОЗАГОТОВКА И ДЕРЕВОПЕРЕРАБОТКА»**

<b>Быков Ю.С.</b> Рост и продуктивность насаждений ольхи серой в Кенозерском национальном парке .....	526
<b>Евтушенко Ю.А., Снетилова В.С.</b> Оценка рекреационного потенциала Вытегорского района Вологодской области .....	528
<b>Зайцев А.А., Яговитин И.М., Гусев Е.П.</b> Энергосберегающие технологии в процессах сушки древесины на производственных объектах УИС.....	530

<b>Исянгулова Д.Д., Хайруллина Э.Р.</b> Материалы на основе пеногипса и древесных отходов.....	532
<b>Козел П.Д.</b> Определение густоты сосняков по материалам по выдельной базы данных лесоустройства.....	534
<b>Коликов Д.А.</b> «Софт» в деревообработке.....	535
<b>Левченко К.В., Бурзиева Е.В.</b> Динамика горимости сосновых лесов Крымского природного заповедника.....	537
<b>Морозова В.А., Филаретов М.С.</b> Способ обработки древесины для мебели в стиле «рустик».....	539
<b>Мухин М.Н.</b> Перспективы организация труда осужденных на лесовосстановительных работах.....	541
<b>Назипова Ф.В.</b> Энергоэффективная установка по термообработке измельченной древесины.....	543
<b>Неманова И.А., Кутькина Е.Д.</b> Исследование экологического состояния парков населенных пунктов Вологодской области.....	545
<b>Никитин Д.А.</b> Исследование культур дуба черешчатого в г. Грязовце Вологодской области.....	547
<b>Остроухов К.Н., Соковиков А.Ю., Родионов Н.Г.</b> Производственный учет лесозаготовительного предприятия (DocWood).....	549
<b>Пастухова Н.О., Хабарова Е.П., Лебедева О.П.</b> Влияние ассимиляционного аппарата на смолопродуктивность сосны обыкновенной.....	551
<b>Романовский Е.Ю., Яблоков А.А., Глазков А.В.</b> Прогнозирование результатов эксперимента по приемке лесоматериалов.....	553
<b>Русанова В.В., Васильева В.О.</b> Применение имитационных моделей в производстве пиломатериалов.....	554
<b>Севрук П.В.</b> Анализ системы учета древесины в Республике Беларусь.....	556
<b>Селищева О.А.</b> Посевные качества семян липы и эффективность способов их подготовки к посеву.....	558
<b>Семенчина А.А., Голышева Е.А.</b> Совершенствование агротехники выращивания сеянцев основных лесобразующих пород с закрытой корневой системой.....	559
<b>Солдатова Д.Н.</b> Экологическая структура придорожных еловых изгородей.....	561
<b>Солнышков Д.М., Раевский В.А.</b> Лесопильно-деревоперерабатывающий центр (ЛДЦ).....	563
<b>Чегодаев А.С.</b> Применение технологии производства арболита в учреждениях УИС.....	565
<b>Швецов П.А., Колесов А.А.</b> Применение малогабаритных станков в условиях центров трудовой адаптации УИС.....	567

**Секция «АРХИТЕКТУРА И ДИЗАЙН АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЫ»**

<i>Анисавец М.Б.</i> Система пешеходных пространств в историческом центре города Вологды.....	570
<i>Багно Н.С., Лобова М.А.</i> Видеоэкология города Иваново .....	572
<i>Вайнило С.Н., Нилова Г.С.</i> Сравнительный анализ планировочных структур современных экопоселений и традиционных северных поселений.....	574
<i>Грибкова Ю.В., Климов М.М.</i> Сопоставление социально-территориальных и планировочных единиц, существующих в сознании людей и установленных градостроительным планом .....	576
<i>Григорьева И.С.</i> Морфология городской среды.....	578
<i>Дудникова К.А.</i> Плотность застройки и широкий корпус: модульная стратегия освоения .....	581
<i>Ипшман В.Э.</i> Многопрофильный спортивно-оздоровительный центр как форма организации отдыха и досуга детей .....	583
<i>Корюкаева В.С.</i> Модели «игровых локусов» подростков в городской среде..	585
<i>Мельникова Е.А., Парфенова А.А.</i> Сравнительный анализ организации парковочных мест в отечественной и зарубежной практике .....	587
<i>Поспелова Т.В.</i> Разработка номенклатуры аутентичных домов в условиях охраняемых территорий национального парка «Русский Север».....	589
<i>Серова М.Е., Тарсукова Н.Р.</i> Исследование структуры "субъективного" центра г. Вологды и устойчивости его компонентов .....	591
<i>Скорюков Е.В.</i> Исследование реальных и психологических границ жилых дворов с коллективной формой собственности в заречной части города Вологды.....	594
<i>Тимофеева Е.Г., Кириллова М.И.</i> Определение зависимости качества среды от величины и размеров жилого квартала.....	596
<i>Титоренко Е.Н.</i> Возвращение социальной значимости улице .....	598
<i>Ягелюк А.А.</i> О гармонии цвета и формы.....	600

## ПАРТНЕРЫ ФОРУМА

### КОМПАНИЯ PLAYRIX



Playrix – один из лидеров среди российских разработчиков мобильных игр (iOs, Android). Кроме того, Playrix входит в десятку ведущих мировых разработчиков и издателей казуальных игр для PC и Mac.

Достижения компании:

- Наши игры выпущены на дисках более чем в 50 странах, на более чем 10 языках;
- Игры Playrix неоднократно становились победителями различных индустриальных премий;
- Наши игры на iPhone и iPad регулярно попадают в ТОП 10 в App Store и Google Play по всему миру;
- Игры Playrix доступны на различных платформах, включая PC, Mac, Nintendo DS/Wii, Sony PSP/Playstation, Apple iPhone/iPad, Google Android, feature-phones и пр.

Центральный офис Playrix находится в Вологде. И это не просто отдельное семиэтажное здание в центре города — это целый Дом Playrix, где есть все условия для того, чтобы создавать уникальные и качественные видеоигры, приносящие радость миллионам людей. У нас творческая, сильная и доброжелательная команда, и мы ищем единомышленников!

**Web: [www.playrix.ru](http://www.playrix.ru)**

**г. Вологда, ул. Путейская, д. 22**

**Тел.: (8172) 75-05-86; e-mail: [job@playrix.ru](mailto:job@playrix.ru)**

### ООО «ЦТИ Г. ВОЛОГДА «РЕЗНОЙ ПАЛИСАД»



ЦТИ «Visit Vologda» создавался летом 2010 года на базе комплекса «Вологодские сувениры». Центром туристической информации были запущены несколько проектов, среди которых: бесплатная карта города, волонтерская служба «Vologda Welcomes», установка информационных стендов, «Карта Гостя» Вологды.

Основные направления деятельности:

- Информационное обеспечение туристов в Вологде;
- Создание баз данных о туристических объектах;
- Издание и распространение информационно-рекламных материалов о туристических предложениях Вологды;
- Консолидация предприятий туристической индустрии с целью развития туризма в Вологде.

Центр туристической информации проводит экскурсии по городу и области, в том числе тематические и театрализованные, демонстрируя творческий подход к созданию туристических продуктов.

**г. Вологда, ул. Чехова, 12.**

**Телефон: +7-921-716-35-25**

**e-mail: [info@visitvologda.ru](mailto:info@visitvologda.ru)**

**сайт: [www.visitvologda.ru](http://www.visitvologda.ru)**

**ВОЛОГОДСКАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ ОБЩЕСТВЕННАЯ  
ОРГАНИЗАЦИЯ «ЦЕНТР ПОПУЛЯРИЗАЦИИ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА  
В МОЛОДЁЖНОЙ СРЕДЕ «СОЗИДАНИЕ»**



Вологодская региональная общественная организация «Центр популяризации научно-технического творчества в молодёжной среде «Созидание» способствует созданию системных механизмов, стимулирующих инновационное поведение молодежи, ее участию в разработке и реализации инновационных идей, созданию возможностей молодым людям реализовать свой научный и творческий потенциал в регионе, стать успешными через коммерциализацию своих инновационных идей и проектов. Наша основная цель – это содействие развитию научно-технического творчества и инноваций, технологического предпринимательства молодежи.

Ранее, на территории Вологодской области популяризацией технологического предпринимательства занимались две структуры – это региональный штаб федеральной программы «Зворыкинский проект» и стартап-сообщество «Startup Vologda». В феврале 2015 года они были объединены в единое пространство под названием ВРОО «Созидание». На счету команды такие проведённые мероприятия, как образовательная сессия для начинающих технологических предпринимателей Junior Startup Weekend, Science Slam (Научные бои), Demo Day, Хакатон, Окружная ИТ-школа СЗФО, Межрегиональный ИТ-форум «Современные информационные технологии для государства и общества» и др.

Также ВРОО «Созидание» активно участвует в государственных программах, обеспечивает поддержку молодежных инициатив, инициатив граждан города и области, направленных на пропаганду и воспитание научно-технического творчества и технологического предпринимательства молодежи, в том числе на:

- ▶ Активизацию процесса высокотехнологичных инноваций;
- ▶ Коммерциализацию результатов научных исследований и разработок;
- ▶ Участие в формировании территориальной инновационной инфраструктуры;
- ▶ Участие в разработке и реализации федеральных и региональных целевых инновационных программ и проектов;
- ▶ Вовлечение в инновационный процесс профессорско-преподавательского состава, научных работников, докторантов, аспирантов, студентов и специалистов;
- ▶ Создание необходимых организационных и экономических условий для развития творческих способностей детей, подростков, учащейся молодежи;
- ▶ Проведение экспертной оценки, отбор приоритетных направлений и бизнес-инкубирование наукоемких технологий.

**Россия, СЗФО, Вологодская область,  
160029, г.Вологда, ул.Машиностроительная, д.19, офис 206.  
Тел. (8172)28-56-26 (доб. 206), 8(953)504-95-66.  
E-mail: [kuzuka94@rambler.ru](mailto:kuzuka94@rambler.ru)**

Научное издание

**Молодые исследователи – регионам**

Материалы Международной научной конференции

I том

Редактор Сажина Н.В.

Оригинал-макет подготовила Подхомутова Н.В.

Подписано в печать 15.05.2014.  
Формат 60×90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Печать офсетная.  
Уч.-изд.л. 46,63. Тираж 100 экз. Заказ № .

---

Отпечатано: ИП Киселев А.В.  
г. Вологда, Пошехонское шоссе, 18, корпус Н