Министерство образования и науки Российской Федерации
Вологодский государственный университет
Вологодский государственный педагогический университет
Фонд содействия развитию малых форм предприятий
в научно-технической сфере
Центр информационно-аналитической поддержки инноваций

МАТЕРИАЛЫ
VII ЕЖЕГОДНОЙ НАУЧНОЙ СЕССИИ
АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

Том I
Технические науки

Вологда
2013

УДК 001 (06)
ББК 72
М 34

Редакционная коллегия:
Соколов Л.И., ректор, д-р техн. наук, профессор;
Андреев А.Н., канд. техн. наук, доцент;
Шаратинов А.Д., канд. техн. наук, доцент;
Калягин Ю.А., д-р техн. наук, профессор;
Лебедева Е.А., канд. техн. наук, доцент;
Рувинова Л.Г., д-р биол. наук, профессор;
Шичков А.Н., д-р техн. наук, д-р экон. наук, профессор;
Советова Н.П., канд. экон. наук, доцент;
Кошко О.В., д-р экон. наук, профессор;
Дубов С.Н., канд. экон. наук, доцент;
Баранов С.Ю., канд. филол. наук, доцент;
Кевля Ф.И., д-р пед. наук, профессор;
Елагина Н.Л., канд. пед. наук, доцент;
Карпов С.Г., канд. ист. наук, доцент;
Телина Н.В., начальник отдела НИРСиА;
Кулакова А.С., специалист по УМР ОНИРСиА.

М **34** **Материалы VII ежегодной научной сессии аспирантов и молодых ученых:** в 2-х т. – Вологда: ВоГУ, 2013. – Т. 1: Технические науки. – 370 с.

ISBN 978–5–87851–513–3 (т. 1)
ISBN 978–5–87851–512–2

В сборнике представлены результаты научных исследований молодых ученых, аспирантов, магистрантов, студентов старших курсов вузов Вологодской области по проблемам информационных технологий, электроэнергетики, строительства, экологии, природопользования и охраны окружающей среды.

Утверждено редакционно-издательским советом ВоГУ

УДК 001 (06)
ББК 72

ISBN 978–5–87851–513–3 (т. 1)
ISBN 978–5–87851–512–2

© ВоГУ, 2013

Уважаемые молодые ученые, аспиранты, коллеги!

Вы держите в руках сборник, составленный по итогам **VII Ежегодной научной сессии аспирантов и молодых ученых.** Сессия рассматривается как один их механизмов выявления и подготовки перспективных научных кадров, стремящихся реализоваться через научно-исследовательскую и инновационную деятельность. В рамках сессии аспиранты представили и обсудили свои разработки, проекты, идеи, обменялись опытом и, я уверен, получили навыки ведения научных дискуссий и презентации научных работ. Такая концентрация новых, инновационных идей является знаковым событием в социально-экономической жизни нашего региона.

Происходящие мировые процессы глобализации требуют от России смены приоритетов экономического развития, диверсификации экономики, перевода ее на качественно новый путь. Именно высокие инновационные технологии призваны стать главным фактором конкурентоспособности и прогресса. В этих условиях на молодом поколении лежит особая ответственность за сохранение и восполнение интеллектуального потенциала, и будущее любого региона во многом определяется желанием молодёжи учиться и работать на родной земле.

На сегодняшний день в отдельных сегментах промышленности российские технологии более чем на десять лет отстают от западноевропейских и североамериканских, а отечественные «умы» востребованы во всех странах мира. Мы ещё не до конца «вылечили» болезнь советской науки - делать не то, что нужно экономике, рынку, а то, что интересно для инновационного развития. Постепенно в вузах создаются условия для ведения научной деятельности в виде создания малых инновационных предприятий. Оживление научной жизни можно заметить и по увеличивающемуся год от года количеству грантов, конференций, симпозиумов, семинаров. Свидетельством этому является и наша традиционная сессия, в рамках которой десятки молодых людей хотят показать свои научные результаты, опубликовать свои первые работы, просто пообщаться.

Вы, молодые исследователи, стоите в начале научного подъема, поэтому постарайтесь первые результаты, полученные вами и представленные на нашей сессии, сделать отправной точкой, от которой вы будете строить свою долгую научную карьеру. Я уверен, что результаты сессии в скором будущем примут реальные очертания, и на Вологодской земле будут реализованы новые интересные проекты.

Доктор технических наук, профессор, ректор ВоГУ
Л.И.Соколов

Секция «УПРАВЛЯЮЩИЕ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ В ЭНЕРГЕТИКЕ, ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СФЕРЕ И БИЗНЕСЕ»

КОНТРОЛЬ ФАЗОВОЙ ТРАЕКТОРИИ ГЕНЕРАТОРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕКТОРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Д.С. Богданов
Научный руководитель ***В.А. Воробьев****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Одним из основных препятствий широкого внедрения распределенной малой генерации является неприспособленность распределительных сетей электроснабжения напряжением 6, 10 кВ, предназначенных только для питания потребителей, к подключению генерирующего оборудования (синхронных и асинхронных генераторов).

Подключение генерирующего оборудования и выдача им мощности в сеть приводит к:

– изменению распределения потоков активной и реактивной мощности в сети электроснабжения;

– увеличению токов коротких замыканий за счет подпитки места повреждения со стороны генераторов;

– изменению показателей качества электроэнергии.

На данный момент количество малых электростанций, подключенных к распределительной сети невелико, поэтому указанные выше проблемы стараются нивелировать как можно более быстрым превентивным отключением генерирующего оборудования при возникновении внешних повреждений [1]. Однако с ростом генерирующих мощностей в распределительных сетях описанный подход является неэффективным, т.к. такие отключения могут приводить к значительным небалансам мощности. Кроме того время возвращения в сеть маломаневренных генераторов с паровыми турбинами является значительным и может приводить к останову турбин, котлов и отключению потребителей тепловой энергии. Такие обстоятельства приводят к дополнительным издержкам и, следовательно, снижают эффективность внедрения малых электростанций.

Если исходить из условия обеспечения селективности защит в распределительной сети и обеспечения термической и механической стойкости оборудования после внедрения генерации, главным фактором, ограничивающим эксплуатацию генерации является их динамическая устойчивость.

Для того чтобы отключения генерации производились как можно реже, необходима оценка происходящих возмущений устройствами противоаварийной автоматики сетей с малой генерацией. В рамках данной статьи предлагается оценка фазовой траектории синхронных генераторов, производимая в реальном времени во время работы генератора с помощью синхронизированных векторных измерений. Такая оценка, как будет показано далее, позволяет прогнозировать исход переходного процесса для принятия решения об отключении генератора от сети или выдаче управляющих воздействий для обеспечения динамической устойчивости генераторов.

Вывод уравнения граничной фазовой траектории, представленного в выражении (1), описан в [2].

$$s_{гр} = \frac{\sqrt{2\omega_0 P_{Gm}}}{\omega_0} \cdot \sqrt{-\left(\frac{P_T - P_H}{P_{Gm}}\right) \cdot \left(\delta_{кр} - \delta\right) + \left(\cos\delta_{кр} - \cos\delta\right)}, \qquad (1)$$

где $s_{гр}$ – граничное значение скольжения генератора, о.е.;

ω_0 – номинальная угловая скорость, рад/с;

P_{Gm} – предел передаваемой мощности генератора, о.е.;

P_T – мощность турбины генератора, о.е.;

P_H – собственная мощность генератора в двухузловой схеме, о.е.;

$\delta_{кр}$ – критический взаимный угол в послеаварийной схеме, рад;

δ – взаимный угол между э.д.с. генератора и системы, рад.

Для осуществления контроля в реальном времени траектории генератора в фазовой плоскости необходима установка устройств векторных измерений (УВИ), выполняющих измерение векторов напряжений и токов на питающей подстанции и на генераторах (рис. 1).

Синхронизация УВИ сигналами PPS от системы глобального позиционирования GPS или ГЛОНАСС позволяет с высокой точностью вычислять взаимные углы между векторами измеряемых напряжений. В местном диспетчерском пункте устанавливается устройство противоаварийной автоматики (ПА), которое получает информацию от УВИ по протоколу С37.118, выполняет моделирование векторов э.д.с. генераторов и системы, вычисляет граничные фазовые траектории по данным от системы телемеханики и в реальном времени оценивает переходные процессы.

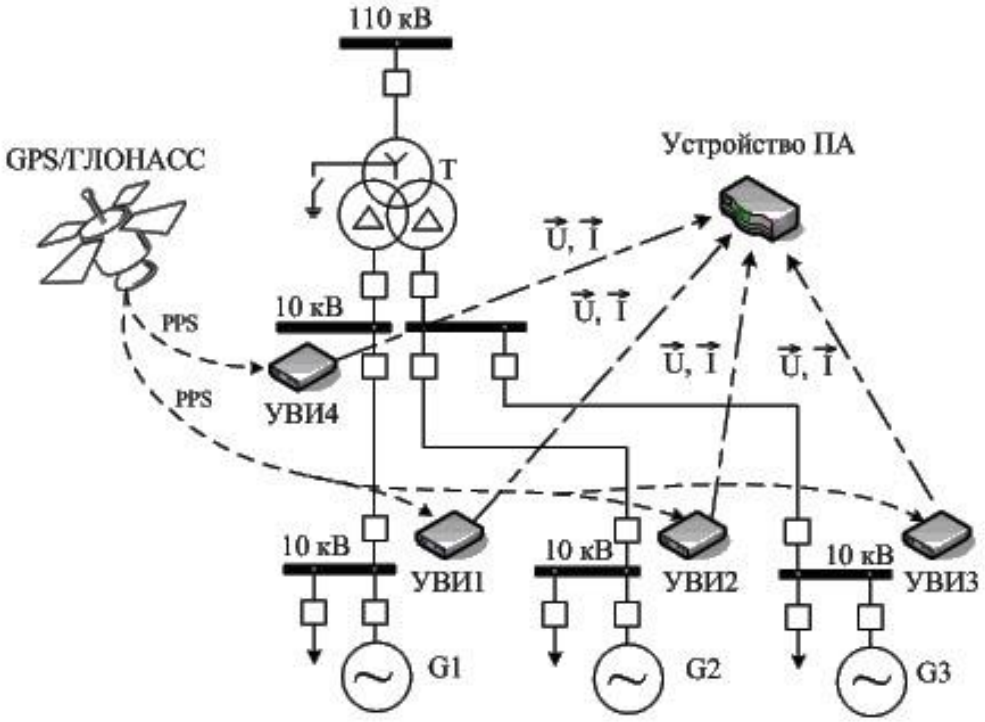


Рис. 1. Структурная схема противоаварийного управления

При пересечении фазовой траекторией генератора граничной траектории, устройство противоаварийной автоматики выдает команды на отключение генератора или выдачу управляющих воздействий. Примеры фазовых траекторий неустойчивого и устойчивого процесса представлены на рис. 2 и 3 соответственно.

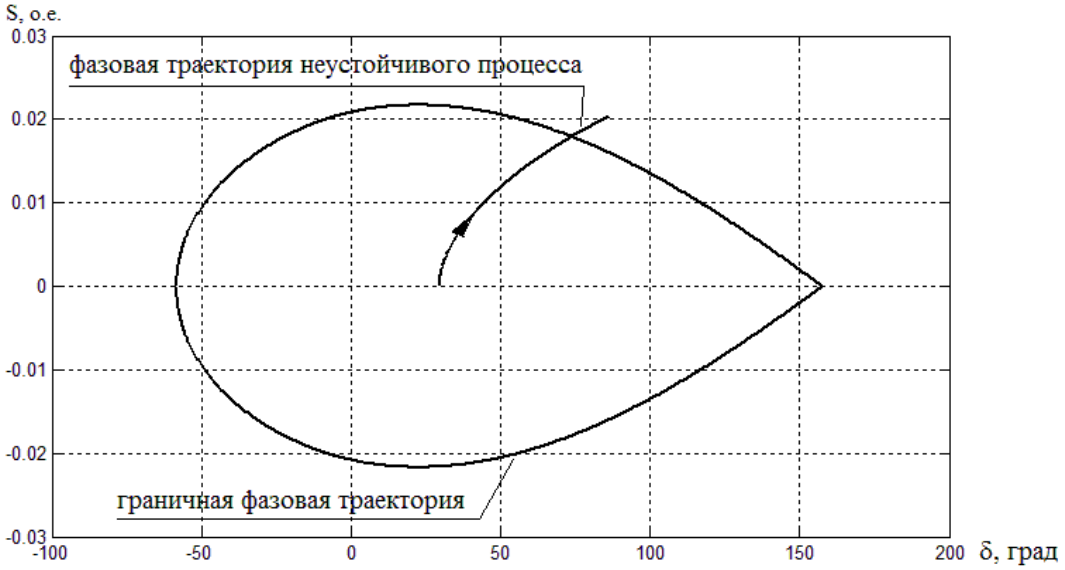


Рис. 2. Фазовая траектория неустойчивого процесса

Рис. 3. Фазовая траектория устойчивого процесса

Как видно из рис. 2, уже при угле ~75° (через ~0,3 с после начала короткого замыкания) можно определить, что процесс будет неустойчивым, и принять необходимые решения.

Таким образом, предлагаемый метод оценки переходных процессов с помощью синхронизированных векторных измерений позволяет системам противоаварийной автоматики осуществлять контроль переходных процессов и повысить эффективность установки в распределительной сети малой генерации.

Литература

1. Coster, E.J. Distribution Grid Operation Including Distributed Generation Impact on grid protection and the consequences of fault ride-through behavior/ Coster, E.J. – Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven, 2010. – 205 с.

2. Глускин, И.З. Противоаварийная автоматика в энергосистемах/ Глускин И.З., Иофьев Б.И. – М.: «Знак», 2009. – 568 с.: ил.

ПОСТРОЕНИЕ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ КЛАСТЕРОВ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛИЗАЦИИ

Н.С. Бутов
Научный руководитель ***А.П. Ерёменко****, канд. физ.-мат. наук*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Развитие IT-рынка диктует потребность в аппаратных средствах, обеспечивающих работу ресурсоемких приложений, таких как сверхбольшие базы данных (т.н. Big Data), системы поиска информации (Data Mining) и подобные [1].

Все они направлены на аналитическую обработку информации в реальном времени; отличие таких систем от традиционных суперкомпьютеров в том, что основным параметром, описывающим их производительность, является не количество операций с вещественными числами в секунду (FLOPS), а количество транзакций в секунду (TPS).

Наиболее востребованы и одновременно сложны и дороги системы, работающие в режиме т.н. экстремальной обработки (Extreme Transaction Processing, ETP), для которых TPS равен 500 и выше.

Один из наиболее удобных способов организации ETP – использование мейнфреймов в качестве основного вычислительного узла. Этот подход с 1960-х г. активно развивает фирма IBM, сейчас являющаяся ведущим мировым поставщиком оборудования и программного обеспечения для высокопроизводительной обработки данных [2-3].

Преимущества использования мейнфреймов известны и давно описаны, вот лишь некоторые из них [3]:

1. Пониженная стоимость владения по сравнению с другими решениями в долгосрочной перспективе;
2. Повышенный уровень безопасности;
3. Готовые комплексные решения с высоким уровнем совместимости и работающие «из коробки»;
4. Колоссальная отказоустойчивость;
5. Огромная производительность;
6. Масштабируемость.

Эти преимущества проистекают из самой архитектуры мейнфрейма, ключевым звеном которой является использование виртуализации самого низкого уровня. Операционная система IBM z/OS является, по сути, надстройкой над гипервизором 1-го типа z/VM, что позволяет с высочайшим уровнем скорости и безопасности запускать в виртуальной среде тысячи машин, кото-

рые могут находиться под управлением произвольных гостевых систем, таких как Windows или Linux [4-7].

Помимо этого, архитектура IBM допускает горячую замену практически любого оборудования, в т.ч. процессорных модулей, не теряя данные и не останавливая работу. В результате получается решение высочайшей надежности и производительности, которым пользуются многие корпоративные клиенты, такие как American Express, Charles Schwab и Federal Express.

IBM, как правило, приводит стоимость лишь систем бизнес-уровня, начинающуюся на 2013 г. с $75.000; стоимость же корпоративных решений остается между заказчиком и компанией, но, по косвенным данным, колеблется от $1000.000 до $4000.000 [8].

Данный фактор часто является решающим при выборе альтернативных способов организации ETP – подобная стоимость слишком велика для небольших компаний.

Архитектура ETP на основе технологий виртуализации

Есть ли возможность эмулировать подобную архитектуру, используя аппаратную часть бюджетного уровня и свободное программное обеспечение? Существуют прецеденты подобного рода, например, корпорация Google использует как раз такой подход – на их серверных фермах работают кластеры [9] из тысяч дешевых машин, за счет специализированного ПО, такого как собственная файловая система, достигающие огромных параметров TPS и, при этом отказоустойчивые и масштабируемые.

Однако такие системы не предназначены для обслуживания многочисленных терминальных сеансов с помощью технологий виртуализации. Ключевой особенностью технологии, которую мы разрабатываем, является именно возможность получить режим работы, характерный исключительно для мейнфрейма – терминальный режим работы виртуальных машин.

Основой ее служит теперь доступная и для архитектуры x86 технология аппаратной виртуализации, позволяющая установить гипервизор первого типа, работающий непосредственно с уровнем аппаратного обеспечения.

В качестве гипервизора предполагается использовать Open Source машину Xen, по своим параметрам близкую к виртуальным машинам IBM, в качестве хост-системы Debian Linux, в качестве файловой системы – XFS.

Особенностью нашего подхода является объединение технологий кластеризации и виртуализации:

На первом этапе устанавливается гипервизор Xen и хост-система Debian.

На следующем этапе создается кластер из относительно слабых ПК, поддерживающих аппаратную виртуализацию.

Затем устанавливаются виртуальные машины по числу тонких клиентов, образующих кластер.

Работа системы настраивается таким образом, что задачи каждого клиента обрабатываются распределенно всем кластером, включая его самого, в качестве одного из узлов.

Таким образом, мы получаем приемлемую производительность, хорошую масштабируемость и отказоустойчивость, свойственную всем кластерам и реализацию классической архитектуры мейнфрейма клиент-сервер с использованием виртуальных машин.

Данная технология позволяет реализовать ключевые особенности требуемой архитектуры, при этом базируется на Open Source – программном обеспечении и имеет низкую стоимость.

Установка и настройка виртуальной машины

Одним из важнейших подготовительных этапов является развертывание парка виртуальных машин. Технологии виртуализации предусматривают в данном случае два основных подхода: паравиртуализация и аппаратная виртуализация [10-11].

В случае паравиртуализации гостевые ОС подготавливаются для исполнения в виртуализированной среде, для чего их ядро модифицируется. Операционная система взаимодействует с программой гипервизора, который предоставляет ей гостевой API, вместо использования напрямую ресурсов, как, например, таблица страниц памяти. Код, касающийся виртуализации, локализуется непосредственно в операционную систему.

Это является недостатком метода, так как подобное изменение возможно лишь в случае, если гостевые ОС имеют открытые исходные коды, которые можно модифицировать согласно лицензии.

Цель изменения интерфейса заключается в сокращении доли времени выполнения гостя, отведённого на выполнение операций, которые являются существенно более трудными для запуска в виртуальной среде по сравнению с невиртуальной средой. Паравиртуализация предоставляет специально установленные обработчики прерываний, чтобы позволить гостю (гостям) и хосту принять и опознавать эти задачи, которые иначе были бы выполнены в виртуальном домене (где производительность меньше).

Для полной совместимости и возможности использовать все функции нам нужна аппаратная поддержка со стороны сервера, эту технологию (которая является штатной для IBM) лишь недавно предложили производители десктопных процессоров: Intel VT (Virtualization Technology), поддержка начиная с Pentium D и Xeon 5000 и AMD V/SVM (Virtualization/Secure Virtual Machine), поддержка начиная с Opteron и Turion для Socket F и AM2.

Установка гипервизора Xen происходит в три этапа (рис.)[1] [12-13]. Для установки домена 0 (Dom0, host):

- Выберите и установите пакет xen-linux-system-KERNELVERSION. Это установит ядро, гипервизор и соответствующие утилиты.
- Используйте в качестве загрузчика Grub (так как Lilo не поддерживает Xen).
- Вероятно, вы захотите настроить /etc/xen/xend-config.sxp (особенно схему network-script).
- Вам может оказаться полезным пакет xen-tools. Это набор скриптов для управления гостевыми доменами Xen, в которых запущены Debian/Ubuntu/CentOS.

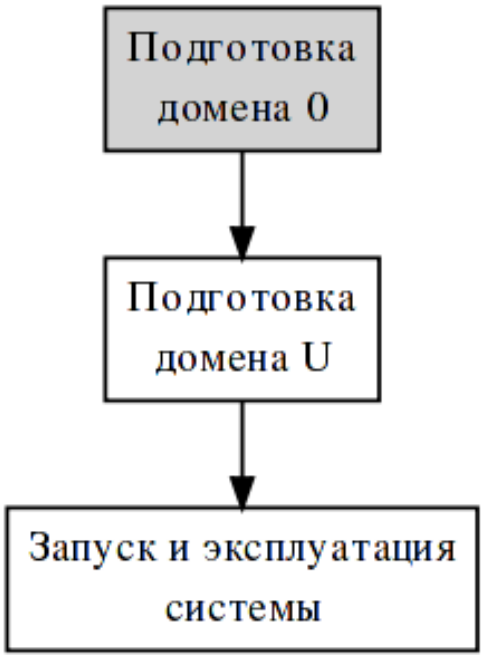


Рис. Этапы установки и настройки гипервизора Xen

Представляют интерес следующие пакеты xen-linux-system (Устанавливайте соответствующий вашей архитектуре и дистрибутиву):

- Lenny: xen-linux-system-2.6.26-1-xen-686 и xen-linux-system-2.6.26-1-xen-amd64
- Etch: xen-linux-system-2.6.18-6-xen-686 и xen-linux-system-2.6.18-6-xen-amd64.

Если вам нужно добавить какие-либо модификации в ядро с патчем xen, то один из путей сделать это описан в [14].

[1] Оригинальная документация может быть найдена в пакете `xen-docs-3.0` в файле /usr/share/doc/xen-docs-3.0/user.pdf.gz.

Наиболее простой способ организации DomU – использование xen-tools.

Xen загружает domU, используя ядра, находящиеся в dom0, так что вам в domU потребуется только установить соответствующий пакет linux-modules или вы можете воспользоваться pygrub, чтобы загрузить ядро с файловой системы domU.

Выводы:

Таким образом, мы получаем готовую систему, настроенную для реализации дальнейших шагов по созданию виртуального кластера терминалов в стиле IBM z/OS.

Литература

1. Gartner's Top 10 IT challenges include exiting baby boomers, Big Data Thibodeau, Patrick. [электронный ресурс] / www.computerworld.com – Режим доступа: http://www.computerworld.com/s/article/9220975 /Gartner_s_Top_10_IT_chall enges_include_exiting_baby_boomers_Big_Data свободный. – Заг. с экрана. – Яз. англ.

2. IBM Midsize Business Solutions [электронный ресурс] / IBM [Офиц. сайт] – Режим доступа:http://www.ibm.com/midmarket/us/en/?cm_re=masthead-_-products-_-med-hardware , свободный. – Заг. с экрана. – Яз. англ.

3. В бизнес-классе. Корпорация IBM представила в Москве мэйнфреймы zEnterprise BC12 А. Чернобровцев [электронный ресурс] / Издательство «Открытые системы» [Офиц. сайт] – Режим доступа: http://www.osp.ru/news/ articles/2013/33/13037184/ свободный. – Заг. с экрана. – Яз. рус.

4. IBM z/OS [электронный ресурс] / IBM [Офиц. сайт] – Режим доступа: http://www-03.ibm.com/systems/z/os/zos/index.html, свободный. – Заг. с экрана. – Яз. англ.

5. Гипервизоры, виртуализация и облако: О гипервизорах, виртуализации систем и о том, как это работает в облачной среде. Бхану П. Толети. [электронный ресурс] / IBM Developer Works Russia: Ресурс IBM для разработчиков и IT-профессоналов – Режим доступа: http://www.ibm.com / developerworks/ru/library/cl-hypervisorcompare/, свободный. – Заг. с экрана. – Яз. рус.

6. IBM Redbooks [электронный ресурс] / IBM [Офиц. сайт] – Режим доступа: http://www.redbooks.ibm.com/portals/systemz свободный. – Заг. с экрана. – Яз. рус.

7. Операционные системы: учебное пособие / А.С. Деревянко, М.Н. Солощук– Харьков: НТУ "ХПИ", 2002. - 573с.

8. Мэйнфрейм бизнес-класса [электронный ресурс] / Издательство «Открытые системы» [Офиц. сайт] – Режим доступа: http://www.osp.ru/os/2011/06/13009955/ свободный. – Заг. с экрана. – Яз. рус.

9. Для начинающих пользователей вычислительных кластеров [электронный ресурс] / PARALLEL.RU – Информационно-аналитический центр по параллельным вычислениям – Режим доступа: http://parallel.ru / cluster/beginner_guide.html свободный. – Заг. с экрана. – Яз. рус.

10. Современные операционные системы. Э. Таненбаум, пер. с англ. СпБ: Питер, 2011. – 1120 с.

11. Операционные системы. Часть1. Основы и принципы. Х. М. Дейтел, П. Дж. Дейтел, Д. Р. Чофнес, М.: Бином-Пресс, 2011. – 1024 с.

12. Xen [электронный ресурс] / Проект Debian Wiki – Режим доступа: https://wiki.debian.org/ru/Xen – Заг. с экрана. – Яз. рус.

13. Инсталляция Xen [электронный ресурс] / Проект Xen Wiki – Режим доступа: http://xgu.ru/wiki/%D0%98%D0%BD%D1%81%D1%82%D0%B0% D0% BB% D0%BB%D1%8F%D1%86%D0%B8%D1%8F_Xen – Заг. с экрана. – Яз. рус.

14. Debian Kernel Custom Compilation [электронный ресурс] / Проект Debian Wiki – Режим доступа: https://wiki.debian.org / DebianKernelCustomCompilation Заг. с экрана. – Яз.англ.

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СОСТАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОПАСПОРТОВ

Д.А. Васичев

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

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Для комфортного существования человечеству в XXI веке необходимы ресурсы, такие как вода, свет, газ, тепло и другие. Они необходимы как отдельным индивидуумам для бытовых нужд, так и промышленным предприятиям для производства материальных благ. Причем их потребление год от года только растет. И тут встает вопрос, как использовать имеющиеся ресурсы наиболее правильно, наиболее эффективно?

К разрешению этого вопроса и призвана проводимая в последнее время политика энергоэффективности. В 2009 году был принят новый Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» и план мероприятий, установившие конкретные задачи и цели, направленные на достижение поставленного президентом показателя – снижение энергоемкости национальной экономики на 40% к 2020 году.

Организации с участием государства или муниципального образования, бюджетные объекты и некоторые другие организации по федеральному закону № 261-ФЗ от 23.11.2009 г. обязаны проводить энергоаудит каждые пять лет. Причем первый энергоаудит должен был быть проведен до 31 декабря 2012 года. По некоторым оценкам более 70% муниципальных учреждений не успели пройти обязательное энергетическое обследование до 31 декабря 2012 года.

Энергоаудит – сбор и обработка информации об использовании энергетических ресурсов в целях получения достоверной информации об объеме используемых энергетических ресурсов, о показателях энергетической эффективности, выявления возможностей энергосбережения и повышения энергетической эффективности с отражением полученных результатов в энергетическом паспорте.

Энергоаудит как особая область технического консалтинга начал формироваться в период энергетического кризиса в семидесятые годы двадцатого века. В России опыт практического энергоаудита насчитывает всего около десяти лет. Первое обучение российских специалистов проводили иностранные консалтинговые фирмы из Англии, Франции, Дании, которые дали методику проведения энергоаудита. Это не значит, что до этого не проводились в России энергообследования, но они решали одну, отдельно взятую проблему, а не комплексно задачу эффективности энергопотребления предприятием, как это происходит при проведении энергоаудита [1].

В целом энергоаудит можно разделить на три основных этапа:

1) Работа с документами:
   - сбор общих данных об объекте из проектной и другой документации;
   - сбор данных об энергопотреблении и состоянии приборного учета;
   - сбор данных о соответствии оборудования установленным мощностям, удельным расходам и др.

2) Работа на объекте:
   - визуальное обследование, оценка состояния оборудования и ограждающих конструкций;
   - оценка состояния и эффективности работы систем тепло-, водо-, электропотребления.

3) Оформление отчета:
   - анализ полученных результатов;
   - разработка энергосберегающих мероприятий;
   - заполнение форм энергетического паспорта;
   - оформление отчета о проведении энергетического обследования [2].

Интересен третий этап, а именно оформление отчета о проведении энергообследования, потому как здесь будет весьма полезен разработанная программа - EnergyAudit.

EnergyAudit представляет собой программной комплекс для автоматизированной разработки и составления энергопаспортов. Архитектура комплекса разделена на две части это: база данных (Microsoft Access 2007) и программная оболочка (Microsoft Visual Studio C# 2010).

Основные функциональные возможности комплекса это:

- удобный интерфейс пользователя;
- автоматический расчет и заполнение некоторых полей форм энергопаспорта;
- формы полей энергопаспорта отвечают требованиям Приказа Минэнерго РФ от 19 апреля 2010 года № 182 «Об утверждении требований к энергетическому паспорту, составленному по результатам обязательного энергетического обследования, и энергетическому паспорту, составленному на основании проектной документации, и правил направления копии энергетического паспорта, составленного по результатам обязательного энергетического обследования»;
- формирование энергопаспорта в соответствии с требованиями Федерального Закона от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»,
- формирование энергопаспорта в формате XML,
- хранение данных по текущему энергообследованию,
- закрытый доступ к базе данных,
- архив энергопаспортов объектов, прошедших энергоаудит.

Программный комплекс EnergyAudit разработан как Windows приложение. Он состоит из десяти форм:

- Главная форма;
- Данные обследования;
- Общая информация;
- Информация по объектам;
- Приложения;
- Конвертер;
- Сервис (настройка);
- Справка по законодательству;
- Руководство пользователя;
- О программе.

Названия форм отображают их назначение и функционал. Форма «Конвертер» будет полезна при переводе одной величины измерения топливно-энергетических ресурсов в другую. Интерфейс главной формы приведен на рисунке.

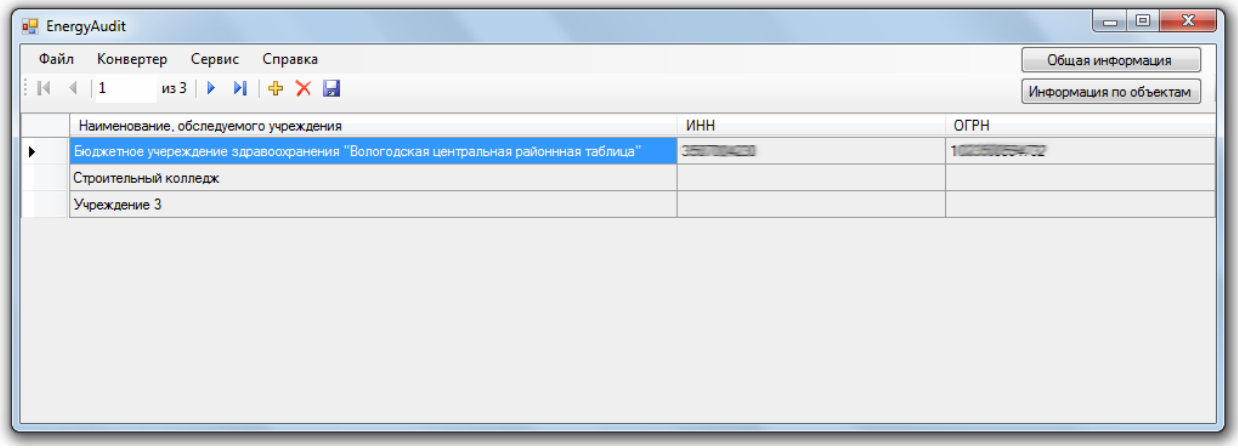


Рис. Главная форма

Тестирование EnergyAudit проводилось на рабочей станции Samsung 300V. В ходе тестирования проводились следующие испытания: корректный отклик на команды пользователя, выполнение функциональных требований, взаимодействие базы данных и программной оболочки, оценка удобства интерфейса (юзабилити-тестирование), мобильность. Все тесты были пройдены успешно.

Для корректной работы программного комплекса необходимо: ОС Microsoft Windows XP SP3 или более поздней версии, программная платформа .NET Framework 4.0.

Таким образом, программный комплекс позволяет существенно облегчить процедуру оформления энергопаспорта, значительно сократив временные затраты.

Литература

1. Что такое энергоаудит? // ЭСКО – Электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы». – 2010. – №7 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://esco.co.ua/journal.

2. Методика энергетического обследования // Энергопаспорт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.energo-pasport.com.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В МАРКЕТИНГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Д.А. Веселов
Научный руководитель ***А.А. Суконщиков****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Основной задачей любого маркетингового исследования является получение некоторой информации об объекте исследования. Среди методов получения первичной информации наиболее известны наблюдение, эксперимент, опрос. При грамотной реализации эти методы дают точную информацию об объекте исследования. Но они достаточно дороги (особенно опрос и эксперимент), а также имеют некоторые ограничения на предоставляемую информацию. Поэтому на практике они всегда дополняются математическими методами. Среди достоинств математических методов предельно низкие затраты, высокая скорость получения результата, возможность анализа ситуации и выбора оптимальных решений и т. д. С развитием средств обработки информации математические методы получают все большую популярность.

Математические методы предполагают построение формализованного описания объекта исследования и его использование для дальнейшего анализа. В настоящее время получает распространение новый метод – моделирование с помощью нейронных сетей.

Искусственные нейронные сети - математические модели, а также их программные или аппаратные реализации, построенные по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей — сетей нервных клеток живого организма. Это понятие возникло при изучении процессов, протекающих в мозге, и при попытке смоделировать эти процессы [1].

Искусственные нейронные сети представляют собой систему соединённых и взаимодействующих между собой простых процессоров (искусственных нейронов). Такие процессоры обычно довольно просты (особенно в сравнении с процессорами, используемыми в персональных компьютерах). Каждый процессор подобной сети имеет дело только с сигналами, которые он периодически получает, и сигналами, которые он периодически посылает другим процессорам. И, тем не менее, будучи соединёнными в достаточно большую сеть с управляемым взаимодействием, такие локально простые процессоры вместе способны выполнять довольно сложные задачи.

С точки зрения машинного обучения, нейронная сеть представляет собой частный случай методов распознавания образов, дискриминантного анализа, методов кластеризации и т. п. С математической точки зрения, обучение

нейронных сетей – это многопараметрическая задача нелинейной оптимизации. С точки зрения кибернетики, нейронная сеть используется в задачах адаптивного управления и как алгоритмы для робототехники. С точки зрения развития вычислительной техники и программирования, нейронная сеть — способ решения проблемы эффективного параллелизма. А с точки зрения искусственного интеллекта, ИНС является основой философского течения коннективизма и основным направлением в структурном подходе по изучению возможности построения (моделирования) естественного интеллекта с помощью компьютерных алгоритмов.

Нейронные сети не программируются в привычном смысле этого слова, они обучаются. Возможность обучения — одно из главных преимуществ нейронных сетей перед традиционными алгоритмами. Технически обучение заключается в нахождении коэффициентов связей между нейронами. В процессе обучения нейронная сеть способна выявлять сложные зависимости между входными данными и выходными, а также выполнять обобщение. Это значит, что в случае успешного обучения сеть сможет вернуть верный результат на основании данных, которые отсутствовали в обучающей выборке, а также неполных и/или «зашумленных», частично искаженных данных [2].

Нейронные сети используются во множестве областей:

1. Распознавание образов и классификация - в качестве образов могут выступать различные по своей природе объекты: символы текста, изображения, образцы звуков и т. д. При обучении сети предлагаются различные образцы образов с указанием того, к какому классу они относятся. Образец, как правило, представляется как вектор значений признаков. При этом совокупность всех признаков должна однозначно определять класс, к которому относится образец. В случае, если признаков недостаточно, сеть может соотнести один и тот же образец с несколькими классами, что неверно. По окончании обучения сети ей можно предъявлять неизвестные ранее образы и получать ответ о принадлежности к определённому классу.

2. Принятие решений и управление - эта задача близка к задаче классификации. Классификации подлежат ситуации, характеристики которых поступают на вход нейронной сети. На выходе сети при этом должен появиться признак решения, которое она приняла. При этом в качестве входных сигналов используются различные критерии описания состояния управляемой системы.

3. Прогнозирование - способности нейронной сети к прогнозированию напрямую следуют из ее способности к обобщению и выделению скрытых зависимостей между входными и выходными данными. После обучения сеть способна предсказать будущее значение некой последовательности на основе нескольких предыдущих значений и/или каких-то существующих в настоящий момент факторов. Следует отметить, что прогнозирование возможно только то-

гда, когда предыдущие изменения действительно в какой-то степени предопределяют будущие. Например, прогнозирование котировок акций на основе котировок за прошлую неделю может оказаться успешным (а может и не оказаться), тогда как прогнозирование результатов завтрашней лотереи на основе данных за последние 50 лет почти наверняка не даст никаких результатов [3].

Так как нейронные сети - это не просто алгоритм для решения конкретной задачи, а, можно сказать, подход, в связи с этим можно определить некоторые этапы:

1. Сбор данных для обучения;
2. Подготовка и нормализация данных;
3. Выбор топологии сети;
4. Экспериментальный подбор характеристик сети;
5. Экспериментальный подбор параметров обучения;
6. Собственно обучение;
7. Проверка адекватности обучения;
8. Корректировка параметров, окончательное обучение;
9. Вербализация сети с целью дальнейшего использования.

Нейронные сети все чаще применяются в реальных бизнес-приложениях. В некоторых областях, таких как обнаружение фальсификаций и оценка риска, они стали бесспорными лидерами среди используемых методов. Их использование в системах прогнозирования и системах маркетинговых исследований постоянно растет.

Стоит отметить, что поскольку экономические, финансовые и социальные системы очень сложны и являются результатом действий и противодействий различных людей, то очень сложно создать полную математическую модель с учетом всех возможных действий и противодействий. Практически невозможно детально аппроксимировать модель, основанную на таких традиционных параметрах, как максимизация полезности или максимизация прибыли.

В системах подобной сложности является естественным и наиболее эффективным использовать модели, которые напрямую имитируют поведение общества и экономики. А это как раз то, что способна предложить методология нейронных сетей [4].

Ниже перечислены области, в которых эффективность применения нейронных сетей доказана на практике:

Для финансовых операций:

1. Прогнозирование поведения клиента
2. Прогнозирование и оценка риска предстоящей сделки
3. Прогнозирование возможных мошеннических действий

4. Прогнозирование остатков средств на корреспондентских счетах банка
5. Прогнозирование движения наличности, объемов оборотных средств
6. Прогнозирование экономических параметров и фондовых индексов.

Для планирования работы предприятия:

1. Прогнозирование объемов продаж
2. Прогнозирование загрузки производственных мощностей
3. Прогнозирование спроса на новую продукцию.

Для бизнес-аналитики и поддержки принятия решений:

1. Выявление тенденций, корреляций, типовых образцов и исключений в больших объемах данных
2. Анализ работы филиалов компании
3. Сравнительный анализ конкурирующих фирм.

Другие приложения:

1. Оценка стоимости недвижимости
2. Контроль качества выпускаемой продукции
3. Системы слежения за состоянием оборудования
4. Проектирование и оптимизация сетей связи, сетей электроснабжения
5. Прогнозирование потребления энергии
6. Распознавание рукописных символов, в т.ч. автоматическое распознавание и аутентификация подписи
7. Распознавание и обработка видео и аудио сигналов.

Нейронные сети могут быть использованы и в других задачах. Основными предопределяющими условиями их использования являются наличие «исторических данных», используя которые нейронная сеть сможет обучиться, а также невозможность или неэффективность использования других, более формальных, методов.

Методы нейронных сетей могут использоваться независимо или же служить прекрасным дополнением к традиционным методам статистического анализа, большинство из которых связаны с построением моделей, основанных на тех или иных предположениях и теоретических выводах (например, что искомая зависимость является линейной или что некоторая переменная имеет нормальное распределение). Нейросетевой подход не связан с такими предположениями - он одинаково пригоден для линейных и сложных нелинейных зависимостей, особенно же эффективен в разведочном анализе данных, когда ставится цель выяснить, имеются ли зависимости между переменными. При этом данные могут быть неполными, противоречивыми и даже за-

ведомо искаженными. Если между входными и выходными данными существует какая-то связь, даже не обнаруживаемая традиционными корреляционными методами, то нейронная сеть способна автоматически настроиться на нее с заданной степенью точности. Кроме того, современные нейронные сети обладают дополнительными возможностями: они позволяют оценивать сравнительную важность различных видов входной информации, уменьшать ее объем без потери существенных данных, распознавать симптомы приближения критических ситуаций [5].

Литература

1. Искусственная нейронная сеть // Википедия URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Искусственная_нейронная_сеть (дата обращения: 22 октября 2013).

2. Вороновский Г. К., Махотило К. В., Петрашев С. Н., Сергеев С. А. Генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети и проблемы виртуальной реальности. – Харьков: Основа, 1997. – 112 с.

3. Еремин Д. М., Гарцеев И. Б. Искусственные нейронные сети в интеллектуальных системах управления. – М.: МИРЭА, 2004. – 75 с.

4. Данько Т.П., Ходимчук М.А. Системы искусственного интеллекта в разработке корпоративных маркетинговых стратегий, 2001.

5. Вороненко Д.И. Нейросети – за и против. – Харьков, 2004.

УПРАВЛЕНИЕ ПОТОКАМИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

М.А. Дяткинская, В.Е. Воротилов

Научный руководитель ***В.А. Бабарушкин,*** *канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

При решении задач эксплуатации электрических сетей требуется анализ технико-экономических условий работы потребителей электроэнергии и технологического оборудования сетей. Такой анализ позволяет установить допустимость нормальных, ремонтных и послеаварийных режимов при передаче по сети необходимой электрической мощности при заданном составе работающего оборудования. Одним из технических критериев эффективности режима электрической сети является минимум потерь активной мощности в элементах сети. Минимизация потерь мощности достигается путем управле-

ния потоками реактивной мощности с помощью установленных в сети компенсирующих устройств и улучшения режимов напряжения.

Иллюстрацию оптимизации распределения реактивной мощности рассмотрим на примере схемы электрической сети, изображенной на рисунке. Электроэнергия передается из системы С в электрическую сеть напряжением 110 кВ. Связь сети 110 кВ с распределительной частью системы осуществляется с помощью трансформаторов Т1 и Т2. Шины низшего напряжения трансформатора Т1 являются центрами электропитания распределительных сетей напряжением 35 кВ и сети 10 кВ через трансформаторы Т3 и Т4. Шины низшего напряжения трансформатора Т2 являются центром питания сети 10 кВ и сети 0,4 кВ через трансформаторы Т5 и Т6.

Для управления потоками реактивной мощности используются батареи конденсаторов, установленные на шинах 10 кВ трансформаторов Т3, Т4 и на шинах 0,4 кВ трансформаторов Т5, Т6. Оптимизацию распределения реактивных мощностей источников следует проводить совместно с оптимизацией коэффициентов трансформации трансформаторов Т1-Т4. Математически задача решается путем нахождения минимума функции суммарных потерь активной мощности в сети при условии соблюдения ограничений в виде равенств и неравенств [1,2]:

$$\Delta P(Q,k) = \Delta P(Q_1, Q_2,...,Q_i,...,Q_n, k_1, k_2,...,k_j,...,k_т) \rightarrow \min; \quad (1)$$

$$P_i - \underline{P_i} = 0; \quad (2)$$

$$Qi - \underline{Qi} = 0; \quad (3)$$

$$Q_{iмин} \le Q_i \le Q_{iмакс}; \quad (4)$$

$$U_{jмин} \le U_j \le U_{jмакс}; \quad (5)$$

$$k_{j\ мин} \le k_j \le k_{j\ макс}; \quad (6)$$

$$I_к \le I_{к\ доп}; \quad (7)$$

$$P_l \le P_{l\ доп}, \quad (8)$$

где $\underline{P_i}$, $\underline{Q_i}$ – заданные значения активной и реактивной мощности;

P_i, Q_i – расчетные значения активной и реактивной мощности.

Равенства соответствуют уравнениям установившегося режима в форме баланса активной и реактивной мощности (2), (3), неравенства являются набором допустимых диапазонов изменения реактивной мощности источников Q_i (4), напряжения узлов сети U_j (5), коэффициентов трансформации трансформаторов k_j (6), допустимого тока линий I_k (7) и нагрузок трансформаторов P_l (8).

Оптимизация распределения реактивной мощности обычно производится автоматически с помощью ЭВМ. На кафедре электроснабжения внедряется программный комплекс DIgSILENT PowerFactory, предназначенный для ана-

лиза и планирования режимов работы электрических сетей и систем [3]. Рассмотрим методику осуществления оптимимального распределения реактивной мощности источников согласно модели (1) – (8) с помощью указанного программного комплекса. Сначала необходимо определить управляющие параметры, используемые в процессе оптимизации. В нашем случае это число ступеней РПН трансформаторов Т1-Т4, число ступеней регулирования компенсирующих устройств СВ1-СВ4. Далее следует задать минимальные и максимальные напряжения для шин, к которым подключена нагрузка, допустимые значения тока линии и загрузки трансформаторов.

Для решения задачи оптимизации с помощью программного комплекса необходима процедура инициализации, которая формирует начальные условия. Для инициализации используются результаты расчета установившегося режима сети.

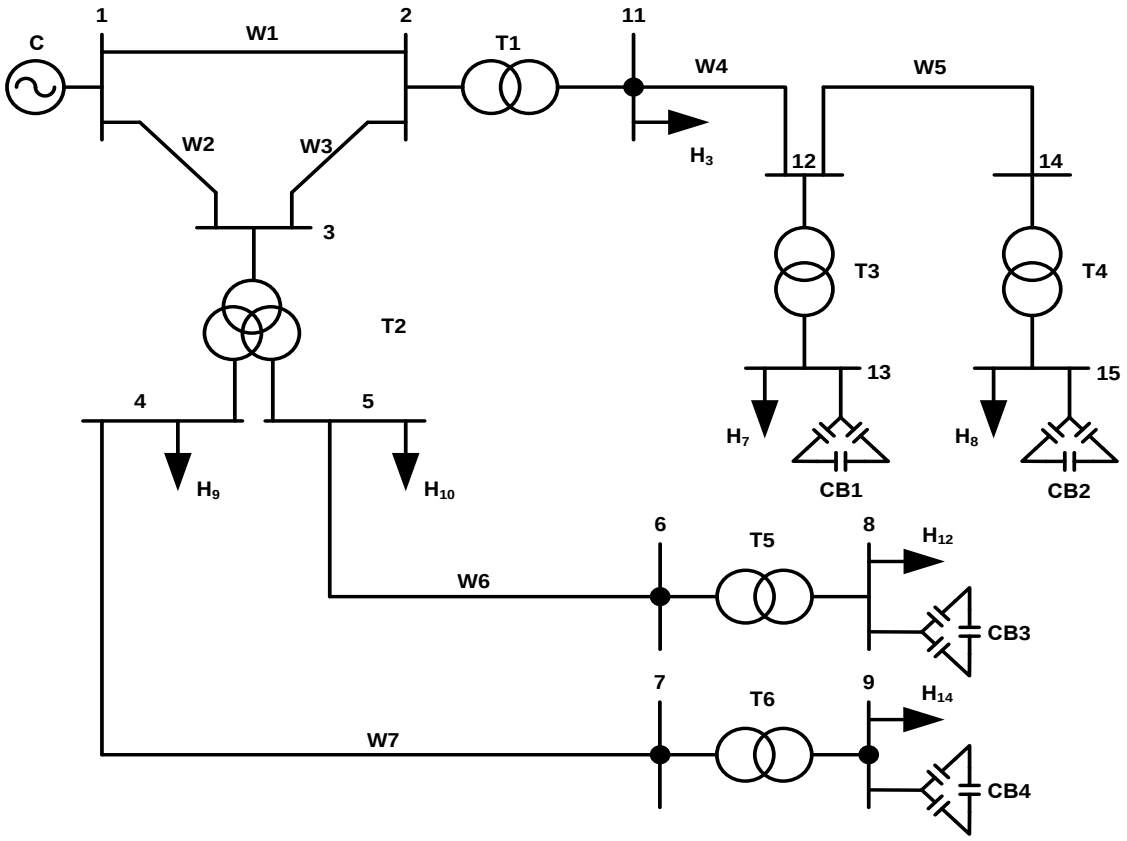


Рис. Расчетная схема электрической сети

Исходными данными для расчета установившегося режима является расчетная схема сети (рис.), технические характеристики линий, трансформаторов и приёмников электрической энергии. В узле подключения системы С задается модуль и угол напряжения. Этот узел осуществляет балансирование мощности в системе. Нагрузки задаются постоянной мощностью. У конденсаторных батарей задается значение мощности, а у трансформаторов значения напряжения на каждую степень регулирования. При расчёте установившегося

режима задают все необходимые параметры управления режимом: например авторегулировка поперечных КУ. Расчет УР производим методом Ньютона – Рафсона. В результате определятся модуль и угол напряжения в независимых узлах, перетоки активной и реактивной мощности в ветвях. Результаты расчета представлены в таблице 1.

Таблица 1

Расчет установившегося режима электрической сети

Количество шин			14	
Количество линий			7	
Количество 2-обмоточных трансформаторов			5	
Количество 3-обмоточных трансформаторов			1	
Количество нагрузок			7	
Количество конденсаторных батарей			4	
Внешнее питание		23,99 МВт	12,89 Мвар	27,23 МВА
Потери в сети		1,19 МВт	-1,32 Мвар	
Зарядная мощность линии		-	-3,59 Мвар	
Компенсация мощности		-	-2,89 Мвар	
Номер узла	Uном, кВ	U, о.е.	Uрасч, кВ	δ,град
3	110	1,034	113,79	-0,53
1	110	1,050	115,50	0
2	110	1,035	113,83	-0,57
12	35	0,950	33,27	-2,81
11	35	1,019	35,67	-1,61
14	35	0,913	31,94	-4,02
6	10	0,972	9,72	-1,32
7	10	0,965	9,65	-2,57
5	10	1,013	10,13	-1,21
4	10	0,997	9,97	-2,30
13	10	0,939	9,39	-3,77
15	10	0,894	8,94	-5,38
9	0,4	0,961	0,38	-3,32
8	0,4	0,968	0,39	-2,06

В таблице 1 приведено общее количество использованного электрооборудования, активная, реактивная и полная мощность, потребляемая из системы, суммарные потери активной и реактивной мощности в сети. Модули и углы напряжений узлов в кВ и относительных единицах.

На основе данных расчета УР производим оптимизацию распределения реактивных мощностей источников. В результате решения задачи выбраны положения РПН трансформаторов Т1-Т4. Определены напряжения в узлах с учетом ограничений и допустимых нагрузок линий и трансформаторов. Потоки реактивной мощности регулируются путём изменения числа ступеней регулирования конденсаторных батарей и РПН трансформатора. При расчёте

оптимизации задаются все необходимые ограничения согласно уравнениям (4) – (8) и параметры управления. Определяются угол и модуль напряжения в независимых узлах, перетоки активной и реактивной мощности по ветвям. Результаты расчета представлены в таблице 2.

Таблица 2

Расчет оптимизации электрической сети

Количество шин			14	
Количество линий			7	
Количество 2-обмоточных трансформаторов			5	
Количество 3-обмоточных трансформаторов			1	
Количество нагрузок			7	
Количество конденсаторных батарей			4	
Внешнее питание		23,89 МВт	12,02 Мвар	26,74 МВА
Потери в сети		1,09 МВт	-1,61 Мвар	
Зарядная мощность линии		-	-3,59 Мвар	
Компенсация мощности		-	-3,47 Мвар	
Номер узла	Uном, кВ	U, о.е.	Uрасч, кВ	δ,град
3	110	1,035	113,84	-0,54
1	110	1,050	115,50	0
2	110	1,035	113,90	-0,58
12	35	0,976	34,17	-2,90
6	10	1,015	10,15	-1,17
7	10	1,009	10,09	-2,30
5	10	1,055	10,55	-0,98
4	10	1,039	10,39	-1,99
14	35	0,952	33,87	-4,12
9	0,4	1,006	0,40	-2,98
8	0,4	1,012	0,40	-1,84
11	35	1,040	36,40	-1,58
13	10	1,013	10,13	-3,74
15	10	1,003	10,03	-5,22

Таблица 3

Положение регулятора РПН трансформатора

Трансформатор	Min положение	Max положение	Установленное положение	Шаг, %
T1	-9	9	-1	1,78
T2	-9	9	-2	1,78
T3	-6	6	-3	1,5
T4	-6	6	-5	1,5

Результаты расчета приведены в таблице 2 и таблице 3. В результате оптимизации потери активной мощности уменьшились на 0,1 МВт из-за изменения мощности КУ с 2,89 Мвар до 3,47 Мвар.

Программный комплекс DIgSILENT PowerFactory позволяет решать задачи оптимизации и режимов электрических сетей с учетом технических

ограничений на параметры режима. Применение программного комплекса в учебном процессе по направлению «Электроэнергетика и электротехника» позволит эффективно изучать методы управления режимами электрических сетей. Возможно применение комплекса для анализа и оптимизации режимов реальных электрических сетей и систем.

Литература

1. Герасименко, А.А., Федин В.Т. Передача и распределение электрической энергии / А.А. Герасименко, Федин В.Т. – Изд. 2-е. – Ростов н/Д : Феникс, 2008. – 715 с.

2. Применение цифровых вычислительных машин в электроэнергетике/О.В. Щербачев, А.И. Зейлигер, К.П. Кадомская и др.; под ред. О.В. Щербачева. – Л.: Энегрия, 1980.

3. DIgSILENT GmbH PowerFactory Tutorial/ DIgSILENT PowerFactory version 14.0. – Comaringen, Germany 2010. – 85 с.

ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛИЗАЦИИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИВАТНОСТИ И ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

М.И. Иванов

Научный руководитель ***А. П. Ерёменко****, канд. физ.-мат. наук*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В настоящее время одним из самых ценных ресурсов – неисчерпаемых и с практически неограниченным потенциалом монетизации является информация, при этом не обязательно конфиденциальная. Для того чтобы в этом убедится, достаточно обратится к истории компаний (например, Google), зарабатывающих на агрегации и обработке данных, часто не имеющих индивидуальной ценности.

Обработка больших массивов произвольной информации (т.н. Big Data) – одно из самых перспективных направлений развития IT-рынка. Откуда берутся эти данные, что они содержат и как на них заработать?

Большая их часть – личная информация миллионов пользователей Интернета, начиная от IP-адресов их компьютеров и предпочитаемых браузеров и заканчивая данными о физическом местонахождении пользователей в любой момент времени (например, Google Geo-Tracking), профилями социаль-

ных сетей, электронной перепиской и даже отпечатками пальцев[1]. Компания Apple пошла и того дальше – голосовой помощник Siri сохраняет и отправляет на их сервера голосовые отпечатки пользователей, которые также являются уникальными идентификаторами личности.

Специализированные системы поиска предоставляют досье, исчерпывающим образом характеризующее каждого активного пользователя Сети и/или мобильных устройств: его интересы, список друзей, где и когда он находился и что делал, с кем общался, его биометрические данные и т. п.

Основными потребителями этой информации являются корпорации и правительства разных стран. Отметим, что в дополнение к открытым (или относительно открытым) источникам – таким, как почтовые сервисы, Skype, социальные сети[2] и т.п. разнообразные государственные структуры не брезгуют использовать и всевозможные методы прослушивания, такие, как PRISM или СОРМ, причем о законности таких действий или необходимости судебного решения, естественно, речи не ведется.

Как известно, 23 и 24 статья Конституции Российской Федерации гарантирует право на неприкосновенность частной жизни, не говоря уже о праве организаций на тайну своей коммерческой или иной деятельности.

В условиях повышенного давления со стороны государства и/или корпораций встает актуальный вопрос о сокрытии личной информации при работе в Интернете как для частных лиц, так и для локальных сетей организаций.

Обеспечение приватности и защиты информации

Рассмотрим варианты защиты более серьёзные, чем управление Cookies или использование брандмауэра. Начинать строить такую защиту нужно с обозначения ключевых принципов сетевой безопасности.

---

[1] Тревор Экхарт, разработчик приложений Android, обнаружил, что ПО компании CarrierIQ в реальном времени запоминает нажатие им клавиш на телефоне, а также фиксирует все его передвижения. Он заснял процесс анализа приложения на видео и выложил его на YouTube. С помощью анализатора пакетов он показал, как софт от CarrierIQ регистрирует каждое нажатие клавиши и каждое полученное SMS, пока устройство находится в режиме полета. Затем он подключил телефон к Wi-Fi-сети и открыл Google. Хотя он отказал ему в запросе на определение местоположения, CarrierIQ все равно зафиксировал его. Потом шпионское ПО в точности записало его поисковый запрос (hello world), хотя он ввел его на странице, которая использует протокол SSL [1].

[2]2 Макс Шремс, студент юридического факультета Венского университета, составил запрос, в котором потребовал от социальной сети Facebook предоставить ему все накопленные данные о нём за три года. В ответ ему прислали диск, с pdf файлом, объёмом несколько сотен мегабайт, содержащим более 1200 страниц информации, разделённой на 57 категорий (работа, образование, друзья, политические взгляды, хобби, фотографии и т.д.), в том числе считающиеся «удалёнными» чаты и фотографии. Похожий случай произошёл в Бостоне, в ответ на запрос прокурора, Facebook прислал досье на пользователя по имени Филип Маркофф, включая входящие и исходящие личные сообщения, распечатки всех фотографий, закачанных другими пользователями (!), где распознано лицо Маркоффа и информацию о сессиях на Facebook (дата, время, IP-адрес) [2-6].

Первым принципом является понимание факта, что идеальной защиты не существует. Даже если технически система совершенна (что проблематично) – все равно присутствует минимум одно уязвимое звено – сам пользователь. К нему могут быть применены меры силового воздействия, социальной инженерии и так далее. Даже соблюдение всех изложенных ниже правил и методик не гарантирует 100-процентную конфиденциальность, и это важно иметь в виду.

Второй принцип – динамизм. Мы живем в изменяющемся мире, подход к обеспечению приватности и безопасности обязан меняться, учитывая изменение технических средств, программного обеспечения и т.п. Этот принцип категорически отвергает подход к безопасности по типу «поставил и забыл». То, что работает сегодня, не обязательно сработает завтра.

Из этого вытекает третий принцип – гибкость. Защита должна адекватно реагировать на нестандартные ситуации и изменение обстановки. Добиться этого сложно, но вполне возможно.

Наконец, четвертый принцип – недоверие. Лучше всего, когда ни один человек не может получить о вас и вашей сети никакой информации, не являющейся строго необходимой для работы с вами.

Вторым по важности вопросом является используемое программное обеспечение. Наилучшим выходом является опора на Open Source – проекты, такие как GNU/Linux. Это справедливо по многим причинам, начиная от архитектуры самой системы и заканчивая открытым принципом разработки, гарантирующим отсутствие бэкдоров, недокументированных скрытых возможностей и т.п.

Однако использование Linux непривычно для большей части пользователей, поэтому оно будет отдельно рассмотрено в соответствующей статье. Ниже мы рассмотрим построение защиты для наиболее распространенных в России ОС семейства Windows.

В настоящее время актуальной версией этой ОС является Windows 8, но она не является оптимальным вариантом в силу тесной интеграции ее сервисов с сетевыми службами Microsoft, поэтому мы используем в качестве основы Windows 7.

Опуская тривиальные моменты установки и настройки, такие как конфигурация брандмауэра, перейдем к описанию предлагаемой нами технологии построения виртуальной машины с полностью анонимным трафиком.

Анонимизация с использованием технологии виртуализации

Виртуальные машины широко известны и применяются в самых разных областях – от исследования потенциально вредоносного ПО до создания полноценных виртуальных облачных сервисов. Мы используем технологию виртуализации для тотальной анонимизации всего Интернет-трафика. Описанную

технологию несложно реализовать как на коммерческом ПО, например, VMWare, так и на свободном (в дальнейшем планируется портирование на Xen или QEMU).

Рассмотрим виртуальную машину, на которую установлена анонимизируемая система. Задачей является настроить ее таким образом, чтобы абсолютно весь трафик шел исключительно через локальную сеть только с хостовой системой (режим Host-only виртуального сетевого адаптера), на которой стоит анонимизатор Tor или I2P.

Традиционно эта задача решается так. Внутри гостевой ОС у приложений, которым нужен доступ в Интернет, прописывается адрес прокси-сервера Polipo, установленного вместе с Tor на хостовой системе, таким образом, выход в интернет с гостевой системы возможен только через Tor.

Однако у этого способа есть недостаток – для каждого приложения необходимо вручную прописывать прокси, к тому же не все приложения имеют такие настойки. Прибегать к использованию программ-проксификаторов не представляется целесообразным по причинам безопасности, а также сложности их конфигурирования и настройки. Рассмотрим более естественный способ анонимизации всего трафика [7].

Для этого используем свободную утилиту tun2socks. Используя устройство TUN/TAP (виртуальный сетевой адаптер), она направляет весь tcp и udp трафик через SOCKS-прокси. Для системы это выглядит как Ethernet-адаптер, подключенный к роутеру, раздающему Интернет. Для реализации этого метода нам понадобится следующее ПО:

- Vidalia Bundle (Tor) [8]
- BadVPN (внутри архива присутствует tun2socks)
- OpenVPN (для создания устройства TUN/TAP).

На первом этапе устанавливаем Windows на вашу любимую виртуальную машину. В настройках сетевого адаптера виртуальной машины выставляем режим Host-only (это означает, что из гостевой ОС по сети будет доступна только хостовая ОС). Рассмотрим дальнейшую настройку:

- Назначаем фиксированные IP-адреса для адаптеров в хостовой и гостевой системах, например 192.168.220.1 и 192.168.220.2 соответственно.
- Устанавливаем на хостовую ОС Vidalia Bundle. Затем открываем файл torrc (%USERPROFILE%\AppData\Local\Vidalia) и дописываем в конец следующие строки:

  SocksListenAddress 192.168.220.1 #
- Заставляем TOR слушать порт 9050 на адресе 192.168.220.1 DNSListenAddress 192.168.220.1 # и назначаем встроенный в TOR DNS-сервер на указанный адрес DNSPort 53 #

- Указываем на какой порт будет назначен DNS-сервер и запускаем TOR.
- На гостевой системе устанавливаем OpenVPN. После этого в сетевых подключениях должен появится TUN/TAP сетевой адаптер со статусом «сетевой кабель не подключен». Зададим ему какое-нибудь имя, например, tor.
- Распаковываем badvpn. В папке bin находим файл badvpn-tun2sock.exe и запускаем его со следующими параметрами:

  --tundev <tun_spec> --netif-ipaddr 10.0.0.2 --netif-netmask 255.255.255.0 --socks-server-addr 192.168.220.1:9050

  Здесь:
  - <tun_spec> это строка tap0901:tor:10.0.0.1:10.0.0.0:255.255.255.0, где tor – название нашего TUN/TAP адаптера, 10.0.0.1 – адрес адаптера, 10.0.0.0 и 255.255.255.0 – адрес и маска подсети.
  - 10.0.0.2 – адрес виртуального роутера, который выступает в качестве Интернет-шлюза.
  - 255.255.255.0 – маска подсети.
  - 192.168.220.1:9050 адрес прокси, установленного на хостовой ОС. В нашем случае роль прокси выполняет TOR.

Поле запуска tun2sock, статус TUN/TAP адаптера должен сменится на «Подключено».

Теперь в свойствах этого адаптера необходимо настроить шлюз и DNS-сервер. В роли DNS-сервера у нас выступает DNS, встроенный в TOR (192.168.220.1:53), а в роли шлюза, как уже было сказано выше, виртуальный роутер (10.0.0.2). Для того чтобы заработали скрытые сервисы TOR, в torrc необходимо добавить следующие строки:

AutomapHostsOnResolve 1 AutomapHostsSuffixes .onion VirtualAddrNetwork 10.192.0.0/10

Автор tun2socks пишет о том, что эта программа поддерживает также перенаправление udp, однако его не поддерживает TOR. В частности, именно из-за этого не удается воспользоваться WebICQ.

Выводы

В статье описаны основные принципы и методы достижения анонимизации всего индивидуального сетевого трафика с использованием технологии виртуализации. В дальнейшем мы планируем продолжить эту работу, разработав и предложив комплексное решение анонимизации сетевого трафика всей локальной сети организации с использованием исключительно Open Source программного обеспечения.

Литература

1. iPhone, который за мной следил. Бёрд Киви [электронный ресурс] / www.computerworld.com – Режим доступа: http://www.3dnews.ru/610364 свободный. – Заг. с экрана. – Яз. рус.

2. Все новое за последний месяц // Хакер.- 2012.- № 8 (163).- С. 4-5

3. Все новое за последний месяц // Хакер.- 2012.- № 11 (165).- С. 4-5

4. 24-летний студент начал войну против Facebook . [электронный ресурс] / www.habrahabr.ru – Режим доступа: http://habrahabr.ru/post/130782/

5. По запросу полиции Facebook выдал досье на пользователя – Режим доступа: http://habrahabr.ru/post/130782 свободный. – Заг. с экрана. – Яз. рус.

6. Europe vs facebook max shrams [электронный ресурс] / www.europe-v-facebook.org/ – Режим доступа: http://europe-v-facebook.org/EN/en.html свободный. – Заг. с экрана. – Яз. англ.

7. Как направить весь tcp-трафик с гостевой Windows системы через Tor. [электронный ресурс] / www.habrahabr.ru – Режим доступа: http://habrahabr.ru/post/130782/ свободный. – Заг. с экрана. – Яз. рус.

8. Tor. Anonymity Online / www.torproject.org/ -– Режим доступа: https://www.torproject.org/ свободный. – Заг. с экрана. – Яз. англ.

МОДЕЛИРОВАНИЕ WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ СЕТЕЙ ПЕТРИ

Е.В. Иванова

Научный руководитель ***Д. В. Кочкин****, ст. преподаватель*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В настоящее время вопросы моделирования web-приложений приобрели высокое значение.

Данную задачу можно разделить на три составляющие, которые будут представлены в виде моделей.

1. Моделирование аппаратной части сервера. В зависимости от потребностей пользователя (создателя сайта), может быть выбрана конфигурация оборудования, на котором будет функционировать приложение. Учитывая высокое разнообразие конфигураций, а также возможность существования нескольких виртуальных серверов в рамках одного физического, возрастает важность моделирования.

2. Программная часть. Современные web-приложения полностью удовлетворяют идеологии трёхуровневой модели. Пользователь в рамках такой архитектуры, работая с той или иной функциональностью, изменяет своими действиями состояния серверной части, получая доступ к новым функциям или воз-

вращаясь к старым [1]. Таким образом, при большом количестве открытых сессий на сервере особо остро встаёт вопрос оптимизации производительности. Для оптимизации необходимо применить математический аппарат.

3. Сеть передачи данных. Задержки сети также входят в задержку работы приложения. Будет внесена задержка передачи данных. Так как данные передаются через сеть Интернет, которую пользователь не может модифицировать, то задержка будет задаваться случайным образом. В нашем случае модель будет разбиваться на две составляющие: задержки по корпоративной сети и задержки по сети Интернет, но оцениваться будут как две последовательные модели. Учитывая различные варианты подключения (домашний или рабочий компьютер, удаленное подключение через мобильный телефон либо планшет), задача моделирования сети также представляется актуальной.

Все компоненты должны взаимодействовать друг с другом, дополнять друг друга. Благодаря такому подходу, мы сможем адекватно оценить задержки, возникающие при работе.

В данных условиях, для проектирования, моделирования и оптимизации приложения удобно работать с сетями Петри, с помощью которых производиться моделирование поведения пользователей в системе. Появляется возможность получить данные о распределениях частоты посещения тех или иных участков системы, что в свою очередь позволяет оптимально построить систему и повысить общую производительность.

Сети Петри - математический аппарат для моделирования динамических дискретных систем. Впервые описаны Карлом Петри **в** 1962 году.

Сеть Петри представляет собой двудольный ориентированный граф, состоящий из вершин двух типов - позиций и переходов, соединённых между собой дугами, вершины одного типа не могут быть соединены непосредственно. В позициях могут размещаться метки (маркеры), способные перемещаться по сети.

Сеть Петри - инструмент для моделирования динамических систем. Теория сетей Петри делает возможным моделирование системы математическим представлением ее в виде сети Петри, анализ которой помогает получить важную информацию о структуре и динамическом поведении моделируемой системы [2].

Возможно несколько путей практического применения сетей Петри при проектировании и анализе систем. В одном из подходов сети Петри рассматриваются как вспомогательный инструмент анализа. Здесь для построения системы используются общепринятые методы проектирования, затем построенная система моделируется сетью Петри, и построенная модель анализируется.

В другом подходе весь процесс проектирования и определения характеристик проводится в терминах сетей Петри. В этом случае задача заключается в преобразовании представления сети Петри в реальную информационную систему.

Рассмотрим классификацию сетей Петри.

1) Элементарные сети Петри. Все разновидности элементарных сетей Петри являются модификациями простой сети Петри.
   Их виды: автоматная сеть, маркированная сеть, WF-сеть, сеть свободного выбора, ингибиторная сеть Петри.
   Элементарные сети Петри не являются универсальными алгоритмическими системами, либо требуют для представления ряда объектов составление моделей, размер которых стремится к бесконечности.
2) Специальные сети Петри. К ним относятся временные сети Петри, стохастические сети, функциональные сети, раскрашенные (цветные) сети, иерархические сети, нечеткие сети Петри.
   Хотя специальные сети Петри и позволяют моделировать более широкий класс объектов и систем в сравнении с элементарными сетями Петри, они также не являются универсальными алгоритмическими системами.
3) Комбинированные сети Петри включают в себя временные цветные сети Петри, иерархические цветные сети Петри, иерархические временные цветные сети Петри, нечеткие иерархические временные цветные сети Петри, расширенные интерпретированные цветные (раскрашенные) нечеткие сети Петри.

Более подробно остановимся на теории раскрашенных сетей Петри. Она разрабатывается более 20 лет рабочей группой университета г.Орхуса под руководством профессора Курта Йенсена [3].

Раскрашенная сеть Петри (РСП) - это графоориентированный язык для проектирования, описания, имитации и контроля распределенных и параллельных систем. Графическими примитивами показывается течение процесса, а конструкциями специального языка имитируется необходимая обработка данных.

Сеть представляет собой направленный граф с двумя типами вершин - *позициями* и *переходами* при этом дуги не могут соединять вершины одного типа, т.е. граф является двудольным. Множество позиций (обозначаются эллипсом) описывают состояния системы. Переходы (обозначают прямоугольниками) описывают условия изменения состояний. Позиции называются *входными* для конкретного перехода, если направление дуги, указывает на переход. Позиции называются *выходными* для перехода, если дуга ведет от перехода к позиции.

В отличие от "классических" сетей Петри, в раскрашенных немаловажную роль играет типизация данных, основанная на понятии *множества цветов*, которое аналогично типу в декларативных языках программирования. Соответственно, для манипуляции цветом применяют переменные, функции и другие элементы, известные из языков программирования. Ключевой элемент РСП - позиция - имеет определенное значение из множества цветов.

Основным свойством сетей Петри, описывающих системы, является их способность отражать динамические характеристики моделей. Для этого проектировщику необходимо иметь программный инструмент, способный интер-

активно вводить данные о позициях, переходах и дугах, описывать множества цветов, отражать процесс перемещения фишек.

На сегодняшний день существует большое число программных продуктов, позволяющих проводить моделирование в режиме реального времени с помощью сетей Петри. Из них выделяется CPN Tools, поскольку только эта моделирующая система в полной мере поддерживает иерархические временные раскрашенные сети Петри [4]. Более того, CPN Tools также позволяет использовать свойства стохастических и функциональных сетей Петри при построении моделей. Однако непосредственной поддержкой нечетких сетей Петри данный программный продукт не обладает. Задание нечеткости в нем возможно лишь с помощью нетривиальных процедур программирования на языке CPN ML, что является малоэффективным, особенно в условиях ограниченного времени на создание и адаптацию модели. Поэтому целесообразно создание специализированного программного продукта, основным назначением которого было бы обеспечение проведения моделирования с помощью нечетких сетей Петри либо его упрощение в CPN Tools.

Предлагаемый программный продукт должен отличаться максимально возможной простотой в использовании и не требовать от аналитика знаний и навыков в области программирования. CPN Tools позволяет строить модели со сложной иерархической структурой. Данная возможность будет очень важна при решении поставленной задачи, так как модель разрабатываемой системы будет иметь несколько вложенных подмоделей (аппаратное обеспечение сервера, программное обеспечение, сеть передачи данных), каждая из которых также может иметь сложную структуру.

Таким образом, используя сети Петри, можно построить корректную и непротиворечивую модель web-приложения, реализованного в рамках трёхуровневой модели, в частности, любую веб-ориентированную информационную систему.

Литература

1. Создание Web-приложений: практическое руководство / А. Фролов, Г. Фролов // Русская Редакция.- М., 2001.

2. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем.- М.: Мир, 1984.

3. Котов В.Е. Сети Петри.- М.: Наука, 1984.

4. Моделирование телекоммуникационных систем в CPN Tools: учебное пособие / Д.А. Зайцев, Т.Р. Шмелева.- Одесса, 2006.

СОЗДАНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОТРЕБНОСТИ В ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КАДРАХ ЭКОНОМИКИ И СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЫ РЕГИОНА

Д.В. Игнатьевский
Научный руководитель ***И.А.Макарьина****, канд.физ.-мат. наук*
Вологодский государственный педагогический университет
г. Вологда

В связи с переходом к рыночной экономике, и, как следствие, ослаблением связей между различными сферами жизнедеятельности как страны в целом, так и любого региона РФ, а также утратой института реального планирования подготовки кадров в зависимости от потребностей работодателей, вопросы кадрового обеспечения и государственного регулирования подготовки кадров в сфере профессионального образования находятся сегодня в зоне повышенного внимания.

Среди приоритетных задач кадровой политики области, требующих первоочередного решения, определена необходимость формирования и ежегодного обновления кратко- и среднесрочного прогноза потребности в кадрах предприятий основных видов экономической деятельности и социальной сферы, формирование на его основе заказа учреждениям профессионального образования на подготовку кадров для обеспечения сбалансированности на рынке труда.

Возможность решения данной задачи с помощью построения полноценной имитационной модели, максимально сопряженной с реальными процессами в экономике и социальной сфере области, и ее реализация в виде программного комплекса делает данную проблему особенно актуальной.

В основе модели положены принципы работы динамических систем, когда прогноз осуществляется не для отдельных показателей, а для всей системы в целом.

Модель характеризует движение трудовых ресурсов во временной динамической системе «население – образование – рынок труда – экономика». Разрабатываемый прогнозный комплекс состоит из вышеперечисленных компонент. В основе каждой из компонент лежит отдельная незамкнутая динамическая модель, неразрывно связанная с моделями других компонент.

Рис. 1 дает представление об общих связях компонент. Более детально каждая подсистема представлена на рис. 2-5.

Рис. 1. Общая структурная схема динамической системы «население – образование – рынок труда – экономика»

Подсистема «население» формирует ряд ограничений, определяя количественные показатели населения в трудоспособном возрасте, объемы миграционных потоков, рождаемость, смертность, соотношение между экономически активной группой населения и другими категориями населения. Обратные связи, в первую очередь, с экономическим блоком определяют «уровень привлекательности региона» и, отсюда, рост рождаемости и увеличение потока иммигрантов в регион.

Рис. 2. Схема подсистемы «население»

Подсистема «образование» кроме решения основной задачи – формирования ожидаемой численности кадров, должна по итогам моделирования определять решения обратных задач – оптимизации выпусков из учреждений профессионального образования, управления приемами в учреждения профессионального образования исходя из приоритетов социально-экономического развития региона, формирования средневзвешенных контрольных цифр приема в учреждения профобразования. Кроме того, одной из центральных является задача сбалансированности «приемов – выпусков» с учетом проблемы «социальной и экономической безопасности».

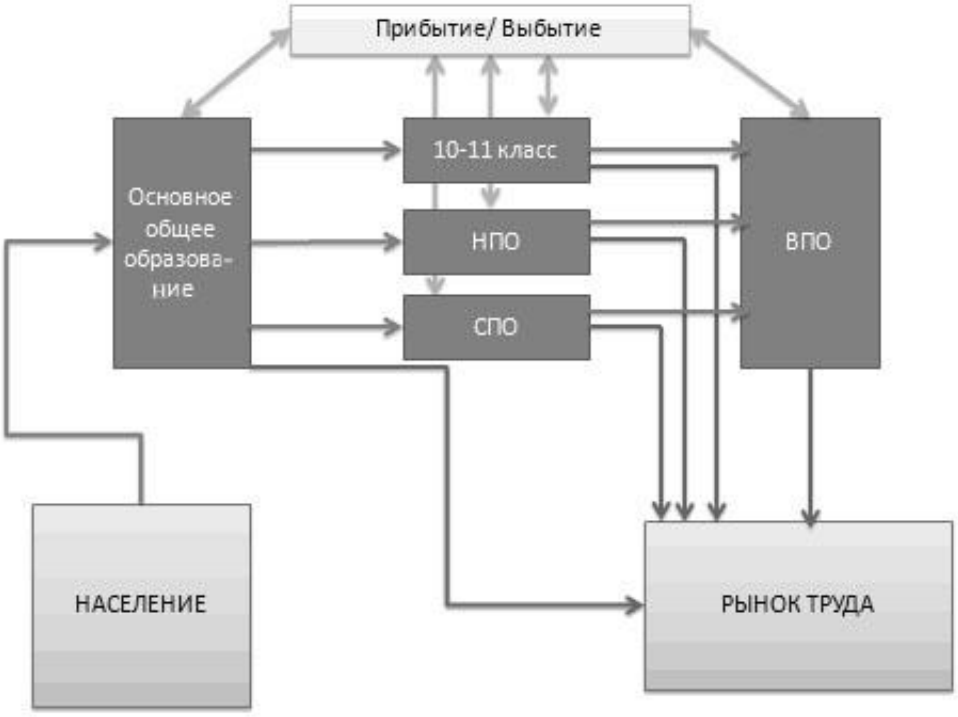


Рис. 3. Схема подсистемы «образование»

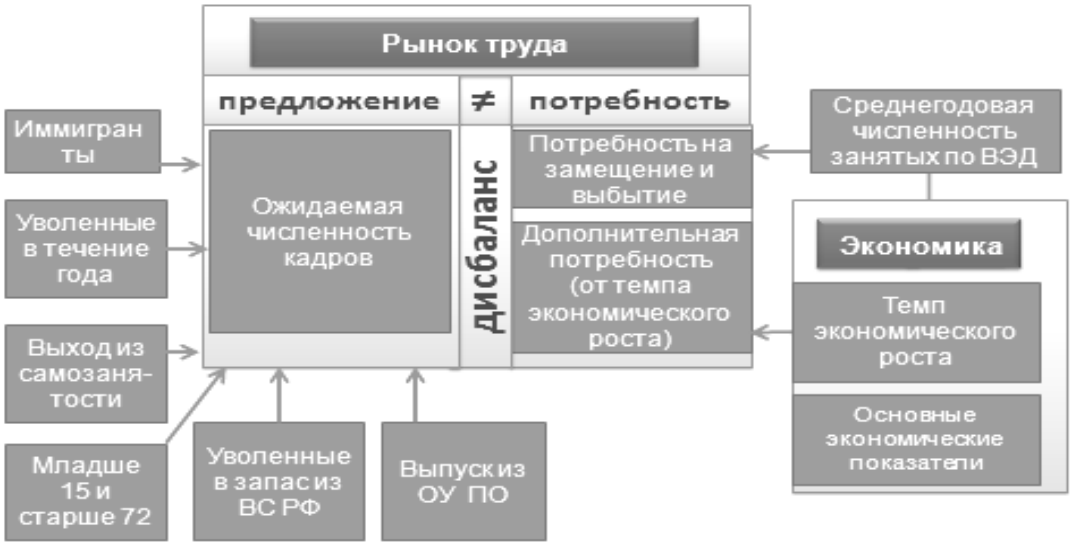


Рис. 4. Схема подсистемы «рынок труда»

Подсистема «рынок труда» является центральной частью динамической модели. Её выделение носит условный характер и имеет целью акцентировать внимание на центральной задаче – достижении сбалансированности «спроса» и «предложения» на рынке труда с учетом построенной прогнозной потребности в кадрах с профессиональным образованием, используя механизмы государственного регулирования «приема – выпуска» в учреждения профобразования в разрезе УГС по уровням образования.

Подсистема «Экономика» выполняет в динамической системе ряд ключевых задач. В этом блоке динамическая система определяет значения ключевых экономических показателей, фактически задавая темп экономического роста региона в разрезе ВЭД и прогнозируя дополнительную потребность в профессиональных кадрах.

Процесс прогнозирования условно можно разделить на три взаимосвязанных крупных блока:

- прогнозирование развития экономики и ее потребности в кадрах (прогнозирование экономического роста, средней численности занятых в экономике и социальной сфере регионаи совокупной дополнительной потребности в кадрах с профессиональным образованием),
- прогнозирование потоков обучающихся в системе профессионального образования,
- прогнозирование движения рабочей силы на рынке труда.

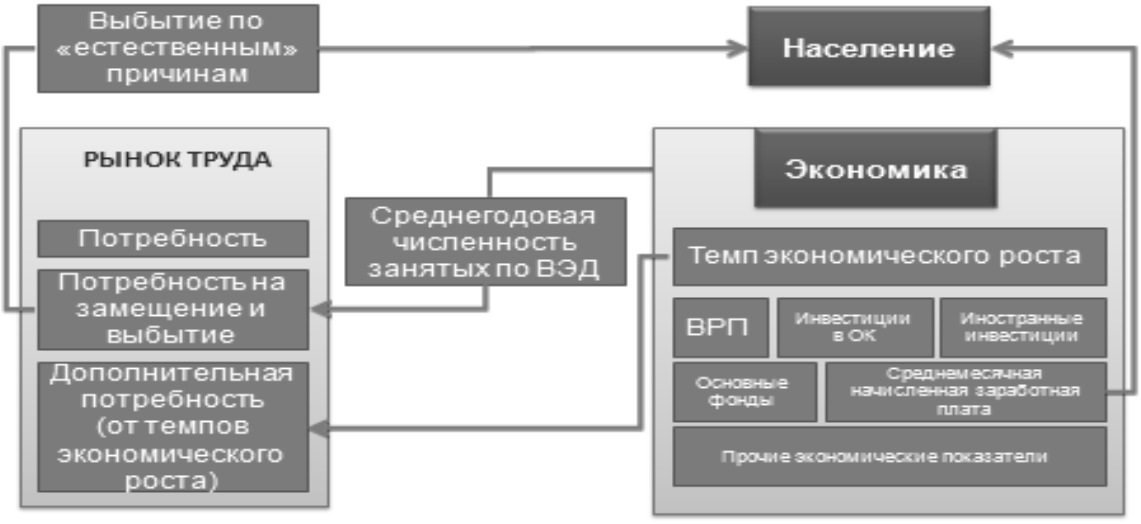


Рис. 5. Схема подсистемы «экономика»

Рассмотрим более подробно реализацию имитационной модели, основные математические алгоритмы и методы построения модели, проверку достоверности системы, калибровку и верификацию параметров модели с целью обеспечения оптимального уровня достоверности, устойчивости и адекватно-

сти модели. Описание алгоритмов проведем на примере одного вида экономической деятельности.

На первом этапе необходимо построить модель прогнозирования потребностей экономики в кадрах с профессиональным образованием. Для этого используем метод регрессионного анализа. Методом корреляционного анализа определим факторы, которые оказывают наибольшее влияние на среднегодовую численность занятых, остальные можно отбросить в виду незначительного влияния. Затем определим тип функциональной зависимости. И оценим получившуюся модель. С помощью полученной функции построим прогноз численности занятых.

Общая потребность в кадрах суммируется из двух составляющих: «спрос на замещение/выбытие» и «дополнительная потребность» в кадрах за счет динамики экономического роста. Дополнительная потребность в кадрах от темпа экономического роста считается как разность средней численности занятых в отрасли в текущем году и средней численности занятых в предшествующем году. При расчете потребности в кадрах на замещение/выбытие используется метод компонент, или метод передвижки возрастов.Суть метода компонент заключается в отслеживании движения отдельных когорт во времени в соответствии с заданными (прогнозными) параметрами.

Общая потребность в кадрах детализируется по трем уровням образования в разрезе ВЭД по 28 УГС. По каждому виду экономической деятельности формируются отдельные результирующие таблицы и графики.

Процесс моделирования прогнозных потребностей экономики и социальной сферы области в профессиональных кадрах по уровням образования и 28 укрупненным группам специальностей осуществляется с использованием матриц профессионально-квалификационного соответствия. Наличие данных матриц, организованных по уровням образования и связывающих численность занятых в данном ВЭД с их квалификацией по УГС и уровню образования, позволяет произвести перерасчет прогнозных потребностей в кадрах в разрезе ВЭД в прогнозные потребности в специалистах по УГС и уровню образования.

Данный комплекс реализуется средствами объектно-ориентированного программирования и систем управления базами данных. Подходы к построению имитационной модели универсальны. Возможно распространение результатов работы на любые регионы Российской Федерации для прогнозирования кадровой потребности с учетом региональных особенностей и при использовании статистической информации соответствующего субъекта.

АГЕНТЫ СИСТЕМЫ И МЕТОДЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ НИМИ

И.А. Измайлов, Е.А. Бахтенко
Научный руководитель ***А.А. Суконщиков****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Одним из важных аспектов в работе распределенной серверной сети является работа агента информационного сервера. Агенты информационных серверов кроме участия в диалоге с демоном серверов должны взаимодействовать между собой. Это обусловлено необходимостью поддержания целостности информации, ее актуальности. Для этого рассмотрим методы взаимодействия между агентами, протоколы обмена данными.

Перед началом рассмотрения механизмов взаимодействия между агентами информационных серверов обратимся к структуре самого агента. В первую очередь представим структуру агента информационного сервера.

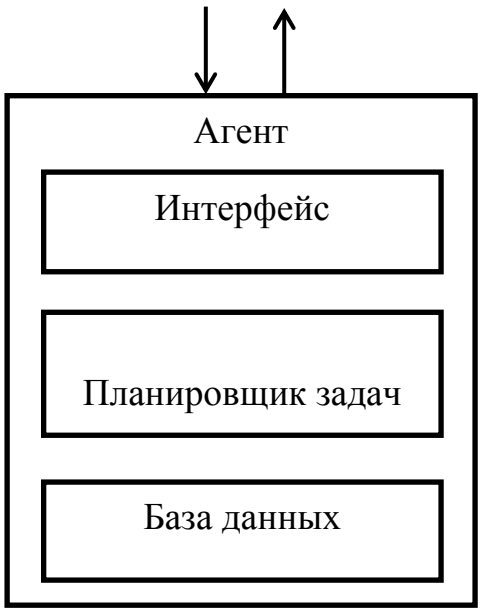


Рис.1. Модель агента информационного сервера

Как видно из схемы, представленной на рис. 1, агент информационного сервера состоит из нескольких функциональных частей:

- интерфейса;
- планировщика задач;
- базы знаний.

В интерфейс входят службы обеспечения агента, которые отвечают за его взаимодействие с окружением.

База знаний агента служит для хранения всех без исключения знаний, полученных в процессе жизни агента. Сюда входят база моделей агентов, база знаний о решаемой задаче и база накопленных знаний.

В базе моделей агентов хранятся знания об устройстве и интерфейсах вызовов других агентов. Изначально, в базе имеется некоторая информация об устройстве других агентов, которая нужна для начала работы. Знания помещаются в эту базу по мере взаимодействия с другими агентами. Получение и хранение таких знаний очень важно в агентной системе, поскольку общая конфигурация системы (количество, функции и состав агентов) может меняться с течением времени без остановки функционирования.

База знаний о решаемой задаче содержит условие задачи, а также знания, получаемые в процессе решения. Она хранит промежуточные результаты решения подзадач. Также в базе данных хранятся знания о способах решения задач и методах выбора этих способов.

База накопленных знаний содержит знания агента о системе, которые нельзя отнести к предыдущим категориям. В эту базу помещаются знания о решениях предыдущих задач и различные побочные данные.

Планировщик задач отвечает за планирование деятельности агента по решению задачи. Результатом хорошей работы планировщика должен быть баланс деятельности агента между построением планов решения задачи в изменяющихся условиях и непосредственным выполнением намеченных планов.

Каждый агент обладает рядом сервисов – служб агента, которые обеспечивают его работу в системе, выполняют идентификацию агента, обеспечивают его связь с "внешним" миром:

- служба языка общения. Содержит правила, структуру языка общения между агентами, демоном серверов. Выполняет действия по формированию пакетов данных и чтению полученных пакетов данных.
- служба транспорта сообщений. Содержит данные о каналах связи между агентами. Выполняет действия по отправке пакетов данных и приему сообщений от других элементов распределенной серверной сети.
- служба местонахождения. Формирует данные о местонахождении агента в сети. Собирает информацию о состоянии смежных каналов связи.
- служба удаленного доступа. Позволяет выполнять администрирование агента средствами удаленного доступа. Также исполняет роль идентификатора в распределенной серверной сети, к которой он относится. Выполняет прямой доступ к службе учета агентов.

Служба учета агентов информационных серверов расположена на Демоне серверов, выполняет функции регистрации агентов и предоставления от-

четной информации по агентам сети, формирует базу данных, которая исполняет роль идентификатора агентов, содержит информацию о местонахождении каждого агента и другую служебную информацию, касающуюся служб агентов и т.д.

Перед началом работы информационного сервера его агент должен пройти регистрацию в системе. Для этих целей агент формирует данные о себе, как о поставщике различных сервисов в системе. В первую очередь агент определяет транспортный протокол для себя, для обеспечения большей надежности связей их может быть несколько. Далее агент формирует собственную таблицу агента, по формату она соответствует общей таблице агентов, и регистрирует полученные данные в общей базе данных (рис. 2).

Рассмотрение механизма взаимодействия между агентами начнем с того, что определим, каким образом агенты информационных серверов получают информацию о других агентах входящих в состав распределенной серверной сети. На рис. 3 представлена схема взаимодействия агента со службой учета агентов для получения сведений об агентах, имеющихся в системе. Агент "Б" может выполнять поиск не только агентов, находящихся в сети или вновь появившихся, но и отбирать данные об агентах, удовлетворяющих параметрам, указанным в запросе агента "Б". Поиск в таблице агентов может быть выполнен как по общим принципам, описывающим работу агента, так и по конкретным ключевым параметрам работы агента. В результате обработки запроса агент "Б" может получить не только данные об искомом агенте, например "А", но и обо всех агентах, подходящих под заявленное описание.

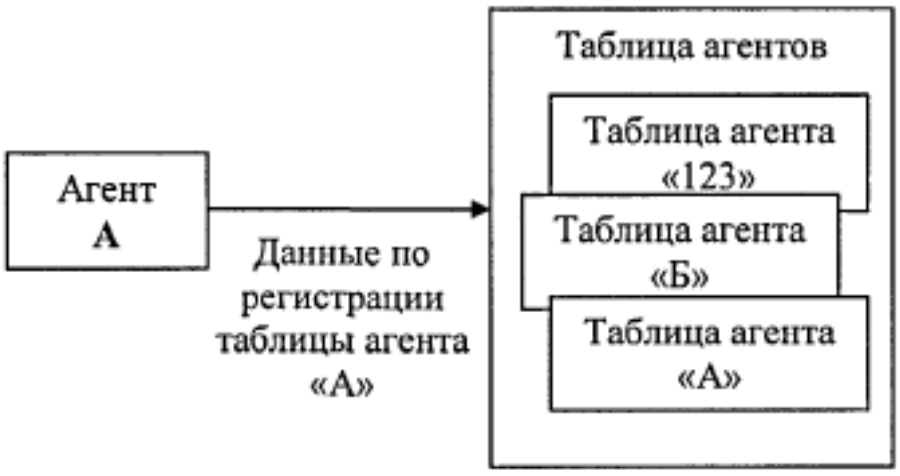


Рис. 2. Регистрация агента "А" информационного сервера, в системе распределенных серверов

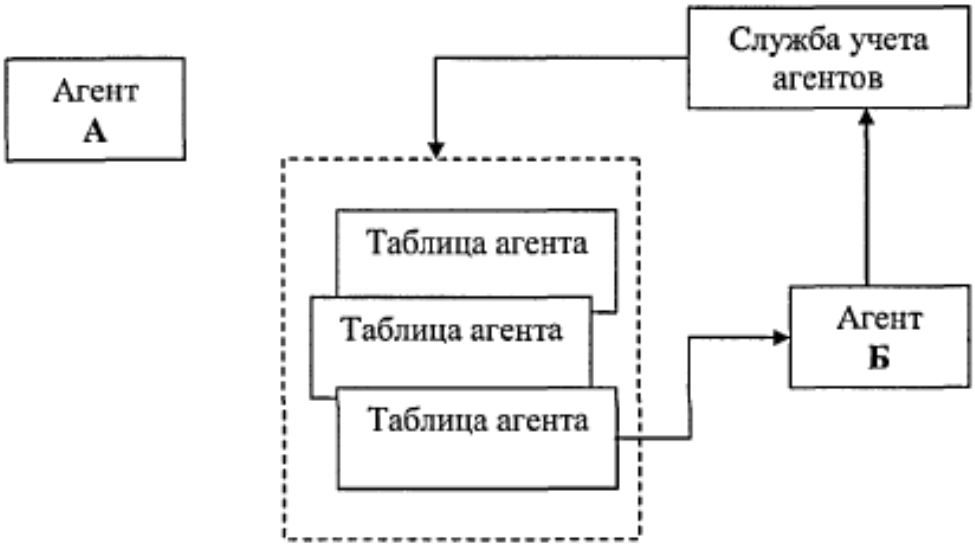


Рис. 3. Схема взаимодействия агента со службой учета агентов

Для отбора данных нужного агента, из всех полученных от службы учета агентов, агент "Б" может произвести тестовую проверку и отобрать агента, наиболее подходящего для выполнения поставленной задачи.

Агенты информационных серверов могут работать в нескольких режимах связи:

1) синхронный. Представляет собой такой порядок работы, когда вторичный (вызываемый) объект передает ответы на запросы, поступающие от первичного (вызывающего) объекта. Смысл данного режима в том, что вызываемый объект после передачи ответа на запрос переходит в режим ожидания и прежде чем сможет снова передавать, должен дождаться поступления следующего запроса передачи;

2) асинхронный. В данном режиме работы вторичный объект самостоятельно принимает решение о передаче данных и не должен ждать для этого получения запроса передачи от первичного объекта;

4) общий (broadcast). Данный вид связи предусматривает возможность широкого вешания какого-либо агента, т.е. предоставляет ему возможность отправки одного пакета всем объектам сети.

5) групповой (multicast). Агент использует такой режим для отправки пакета данных выбранной группе объектов сети.

В распределенной серверной сети агент самостоятельно, без чьей либо помощи, связывается с нужными ему объектами сети. Фундаментальный аспект, в связях между объектами, это структура сообщений, которыми они обмениваются, представления этих сообщений и их транспортировка.

Представим структуру сообщений сети. Структура сообщения сети пишется на языке связей между объектами сети. Содержимое сообщения пишет-

ся на языке, выбранном в качестве языка для содержимого сообщений. Также сообщение должно содержать информацию об отправителе и о получателе сообщения. Информацией об отправителе и получателе указываются их идентификационные имена, которые должны быть уникальны в глобальном плане. Каждое сообщение должно содержать информацию только об одном отправителе и информацию о получателе, количество получателей может быть один или несколько. Если поле получателя осталось пустым, то сообщение является общим (broadcast), как например, в беспроводных сетях. Сообщение может рекурсивно содержать другие сообщения.

Литература

1. Измайлов И.А. Проектирование системы управления ресурсами предприятия на основе многоагентных систем // Сборник с материалами VII Международной заочной научно-практической конференции «Научная дискуссия: инновации в современном мире». - Москва, 2012.

2. Либман Л. Философия распределения нагрузки // Журнал сетевых решений LAN, 2000.

3. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем.- 3-е изд.- М.: Высшая школа, 2001. - 344 с.

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ЗА ПОДКЛЮЧЕНИЕМ КЛИЕНТОВ К ЗАЩИЩЕННОЙ СЕТИ

С.Ю. Козин

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

Вологодский государственный университет

г. Вологда

На сегодняшний день в сфере информационных технологий особое внимание уделяется защите персональных данных. Согласно изменениям, внесённым законом № 363-ФЗ от 27 декабря 2009 года, операторы персональных данных должны привести свои системы обработки персональных данных, запущенные до 1 января 2010 года, в соответствие с законом до 1 января 2011 года. Федеральным законом от 23 декабря 2010 года № 359-ФЗ «О внесении изменения в статью 25 федерального закона «О персональных данных» срок приведения информационных систем персональных данных, созданных до 1 января 2011 года, в соответствие с требованиями закона № 152-ФЗ – не позднее 1 июля 2011 года. Последние изменения были внесены федеральным законом № 261-ФЗ от 25.07.2011. Этим законом была уточнена сфера действия

Федерального закона «О персональных данных», используемые в нём основные понятия, принципы и условия обработки персональных данных. Существенно переработаны действующие законодательные нормы, касающиеся трансграничной передачи персональных данных, мер по обеспечению безопасности персональных данных при их обработке, прав и обязанностей оператора, взаимоотношений оператора и субъекта персональных данных. В связи с этим на рынке программного обеспечения появилось множество продуктов, которые прошли сертификацию в Федеральной службе по техническому и экспортному контролю и обязуются осуществлять защиту и шифрование персональных данных, передаваемых по сети. В развивающихся корпоративных сетях вопрос мониторинга за подключением клиентов к главному серверу защищенной сети, а также автоматизация забора необходимой информации с удаленных клиентов стал одним из важнейших.

В свободном доступе находятся мощные инструменты мониторинга за узлами сети такие как Zabbix, AggreGate Network Manager, PRTG Network Monitor и ряд других, но к сожалению они не приспособлены под нужды защищенной сети. Выход из этой ситуации был найден, путем разработки собственной автоматизированной системы.

Данная система представляет клиент-серверную модель, которая изображена на рисунке.

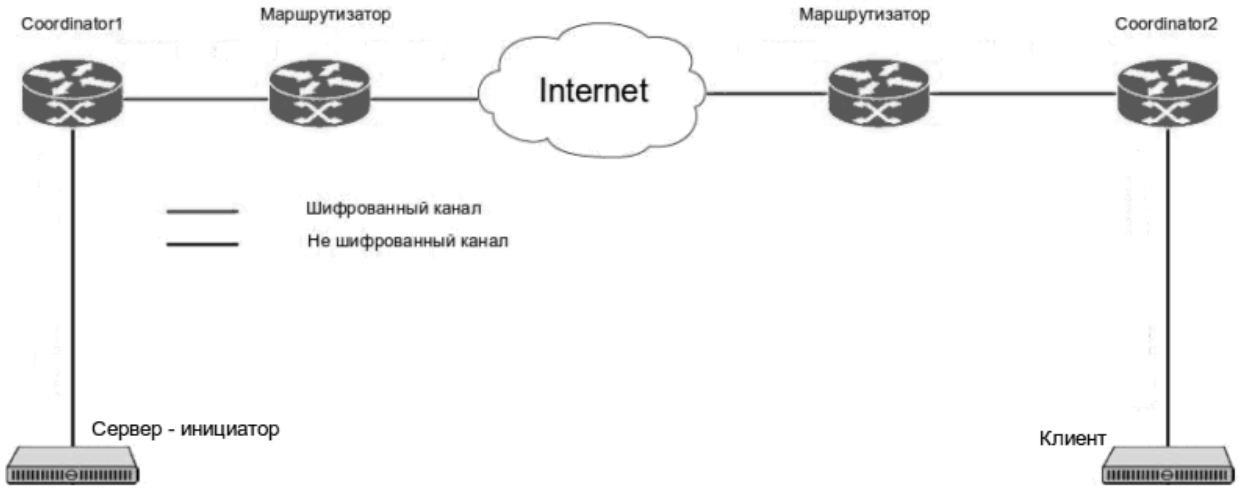


Рис. Схема организации «защищенного» сегмента сети

Здесь сервер – инициатор находится за координатором 1 – программным комплексом защищенной сети, который выполняет следующие функции:

- сервера IP-адресов – обеспечивает регистрацию и доступ в реальном времени к информации о состоянии объектов защищенной сети и текущем значении их сетевых настроек (IP- адресов и т.п.);

- прокси – сервера защищенных соединений – обеспечивает подключение локальной защищенной сети к другим аналогичным сетям через выделенные каналы связи или публичные сети (Интернет);

- туннелирующего сервера (криптошлюза) – обеспечивает туннелирование трафика с шифрованием от незащищенных компьютеров и серверов локальной сети для его передачи к другим объектам защищенной сети (в том числе мобильным и удаленным) по недоверенным каналам связи. Для мобильных и удаленных объектов защищенной сети туннельный сервер выступает в роли сервера доступа к ресурсам локальной сети;

- межсетевого экрана – обеспечивает (в соответствии с заданной политикой безопасности) фильтрацию открытого и защищенного трафиков по множеству параметров (порты, протоколы, диапазоны адресов и др.) между сегментами защищенной и открытой сетей;

- сервера защищенной почты – обеспечивает маршрутизацию почтовых сообщений в рамках защищенной сети.

Система поделена на два модуля: первый модуль отвечает за сбор информации с клиентов по защищенному каналу, второй – за мониторинг подключения клиентов к главному серверу.

Остановимся подробнее на каждом из модулей.

Первый модуль реализован средствами языка php. Сервер – инициатор сессии выступает в роли ftp – клиента, подключается к клиенту, который является ftp – сервером. Вся информация о клиенте (сервере), а именно адрес клиента (сервера), на котором находится информация, логин, пароль расположена в базе данных MSSQL в одном сегменте сети с сервером – инициатором. Сервер – инициатор сессии в наиболее свободное время «просматривает» таблицу из базы данных, выбирает логин, пароль, осуществляет соединение с клиентом (сервером) по протоколу ftp, проверяет наличие необходимой информации, при чем информация ищется во всех вложенных каталогах рекурсивным способом. В случае, если информацию с клиента (сервера) получить не удалось по различного рода причинам модуль переходит в пассивный режим, при котором сервер – инициатор сессии получает от клиента (сервера) его IP – адрес и номер порта, которые затем используются для открытия потока данных с произвольного порта к полученному адресу и порту, а затем сервер – инициатор сессии выкачивает информацию в соответствующую директорию, составляя при этом отчет. На случай сбоев реализован запасной вариант, при котором все происходит наоборот, но в «ручном» режиме.

Второй модуль также реализован средствами языка php. Через определенный интервал времени (настраивается администратором через веб интерфейс) модуль опрашивает всех клиентов, определяет их состояние (online, offline), формирует таблицу состояния, проверяет через какой (реальный, виртуальный) ip – ад-

рес работает клиент, добавляет в таблицу общую статистику. Эта таблица располагается на внутреннем сервере. В cron (демон-планировщик задач в UNIX-подобных операционных системах, использующийся для периодического выполнения заданий в определённое время) web сервера «забирается» эта таблица и помещается в соответствующий раздел сайта.

Данная система позволила оптимизировать рутинный процесс сбора информации и мониторинга состояния клиентов.

Литература

1. Бенкен, Е.С.- Ajax: Программирование для Интернета/ Е.С. Бенкен, Г.А. Самков. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009. - 464 с.

2. Бенкен, Е.С.- PHP, MySQL, XML: Программирование для Интернета.- 2-е изд. перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. - 352 с.

3. Информация по php [Электронный ресурс].- Режим доступа: http://www.php.ru/

4. Документация для библиотеки Prototype [Электронный ресурс].- Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/Prototype

КОМПЬЮТЕРНАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ

С.Е. Копейкина

Научный руководитель ***Г.А. Сазонова****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В процессе эксплуатации теплоэнергетического оборудования на его внутренних поверхностях со временем образуются различного рода отложения, которые крайне отрицательно сказываются на дальнейшей его эксплуатации. При химической очистке теплоэнергетического оборудования возникает проблема выбора оптимальных композиций и параметров промывки, которые бы обеспечивали максимальную скорость растворения отложений и минимальную скорость коррозии металла.

Целью работы является создание компьютерной системы поддержки принятия решений для процессов очистки теплообменного оборудования.

При создании компьютерной системы поддержки принятия решений для процессов очистки теплообменного оборудования необходимо решить проблему выбора оптимальных композиций и параметров промывки, которые бы обеспечивали максимальную скорость растворения отложений и минимальную скорость коррозии металла.

Компьютерная система обеспечивает классификацию качественных и количественных факторов процесса очистки теплообменного оборудования с использованием методов теории распознавания образов и на ее основе принимает решение относительно оптимальных параметров композиций для промывок оборудования с учетом материала контура и качественного состава отложения.

Разработана функциональная структура системы, которая представлена на рис. 1.

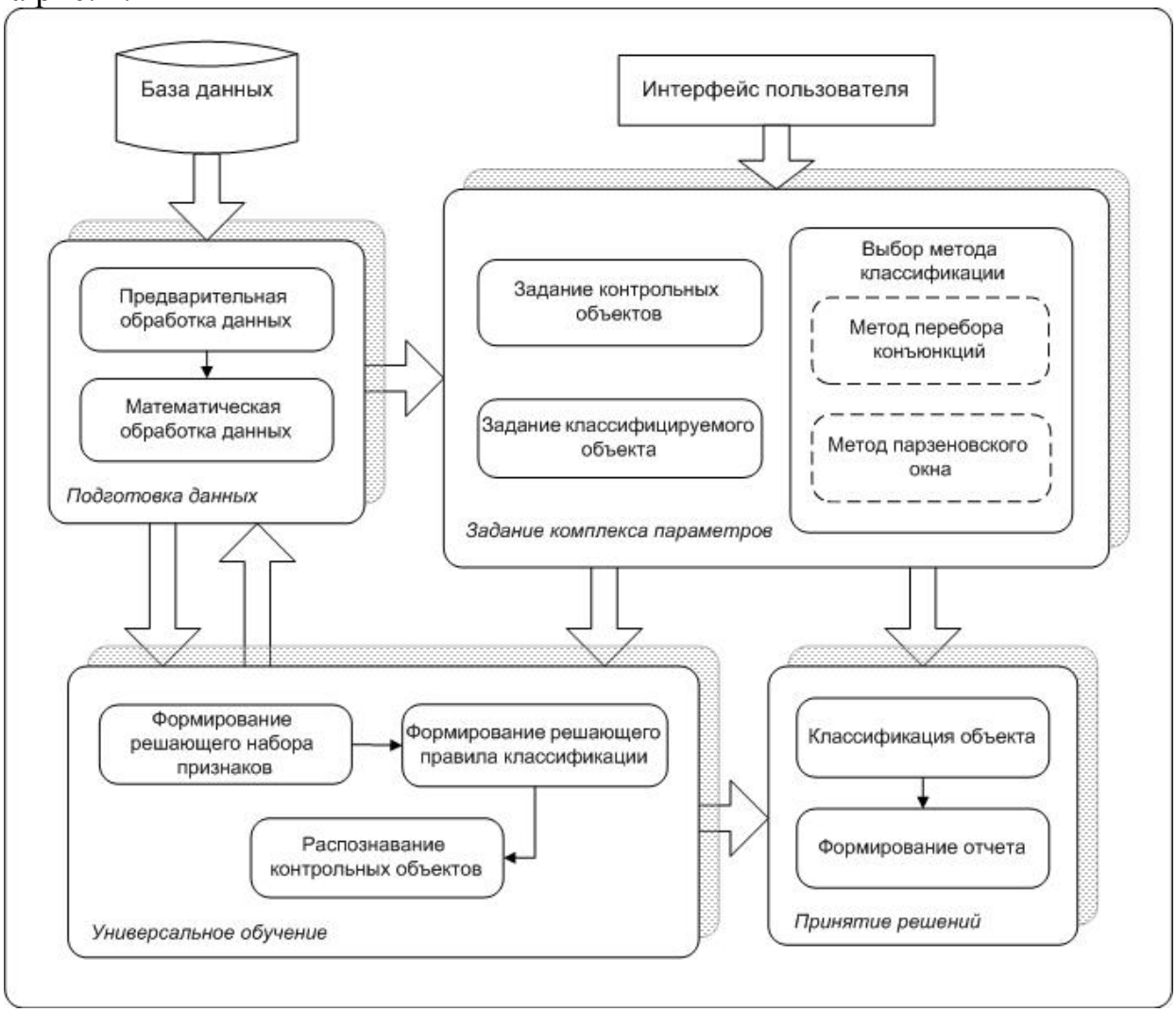


Рис. 1. Функциональная структура компьютерной системы

Система состоит из следующих блоков:

1) блок подготовки данных – преобразует данные к удобному для последующего применения виду. Осуществляет работу с базой данных, в которой хранится информация об объектах исследуемой области;

2) блок задания комплекса параметров;

3) блок универсального обучения включает в себя следующие блоки: блок формирования решающего набора признаков – производится обработка множества признаков в соответствии с заданными группами объектов; блок формирования решающего правила классификации – формирование правила отнесения объекта к одному из двух классов на основе решающего набора и заданных

параметров алгоритма; блок распознавания контрольных объектов – производится оценка качества полученных решающих правил классификации);

4) блок принятия решений – классификация конкретного заданного объекта и формирование отчетов по требованию.

Решение проблемы выбора оптимальных композиций и параметров промывки достигается с помощью компьютерной системы поддержки принятия решений, которая осуществляет классификацию объекта с помощью выбранного метода: метода перебора конъюнкций (МПК) или метода парзеновского окна (МПО). На рисунке 2 представлена структурная схема программного обеспечения системы:

Рис. 2. Структурная схема программного обеспечения системы

В основу алгоритмов классификации, построенных методом перебора конъюнкций, положено предположение о 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. 3).

При универсальном обучении решение задачи распознавания происходит следующим образом: на заданном материале обучения вырабатывается решающее правило классификации, которое запоминается и применяется в дальнейшем к конкретным объектам для принятия окончательного решения. В данном случае материал обучения и промежуточного контроля представлен сведениями об уже известных композициях и о принадлежности каждой композиции к одному из различаемых классов.

Материал промежуточного контроля, по существу, тоже является материалом обучения, так как на нем устанавливаются значения порогов классификации h1 и h2, наилучшие относительно решаемой проблемы. В результате

формируются списки А- и В-конъюнкций (с вычисленными весами) и пороги h1 и h2. Этот комплект и составляет решающее правило классификации.

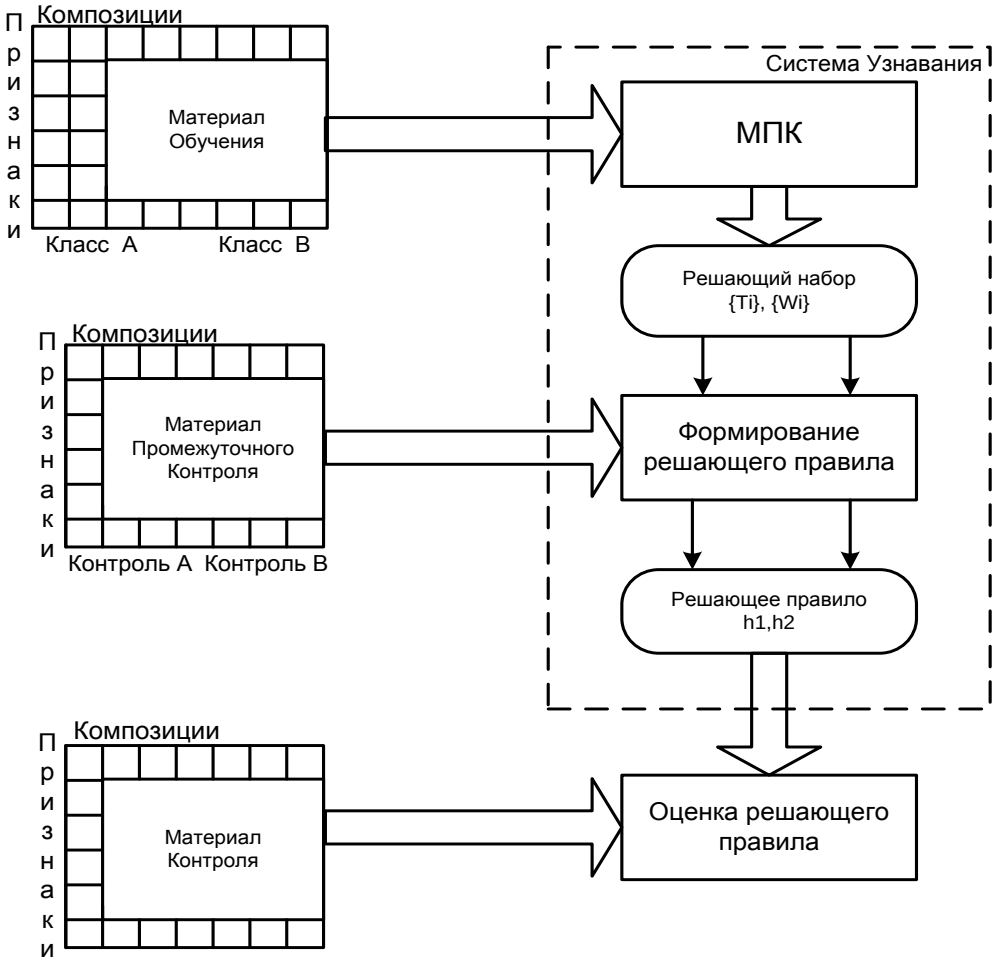


Рис. 3. Схема универсального обучения для МПК

Важно отметить, что при обучении запоминается только решающий набор (списки А- и В-конъюнкций) и значения порогов классификации (h1 и h2). Параметры алгоритма, которые обеспечили решающий набор классификации, в дальнейшем не фигурируют. Материал обучения при таком подходе в решающее правило также не входит и не запоминается. Оценка качества полученного правила может быть дана в результате классификации контрольных объектов, не участвовавших в процессе обучения.

В основе системы узнавания лежит метод перебора конъюнкций.

На вход данного подмодуля поступает совокупность признаков объектов. Далее происходит оценка информативности признаков – подсчитывается их вес на основе материала обучения. Затем, исходя из значения полученных весовых коэффициентов (W) и из параметров, заданных пользователем (Эs – пороговое значение серых признаков), все признаки разделяются по классам.

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.

В основе метода парзеновского окна лежит идея о том, что плотность выше в тех точках, рядом с которыми находится большое количество объектов выборки. Задачей обучения системы является поиск решающего правила, в данном методе – это ширина парзеновского окна, значение которой будет использовано при формировании решающего набора и принятии решения. Ширина окна определяется посредством метода скользящего контроля по отдельным объектам (leave-one-out - LOO) – когда исходная выборка делится на две подвыборки: обучающую и контрольную. Относительно контрольной выборки осуществляется расчет метрики расстояния и расчет оценки плотности вероятности (рис. 4).

Классификация объекта осуществляется следующим образом: анализируется расстояние от классифицируемого объекта до объектов обучающей выборки – рассчитывается метрика расстояния. Далее производится упорядочивание композиций по возрастанию расстояния. Решающий набор формируется из объектов, которые попали в парзеновское окно (ширина окна). Принятие решения осуществляется с помощью решающего правила: для каждого класса отобранных объектов рассчитывается оценка плотности вероятности. Объект относится к классу с наибольшей величиной оценки плотности.

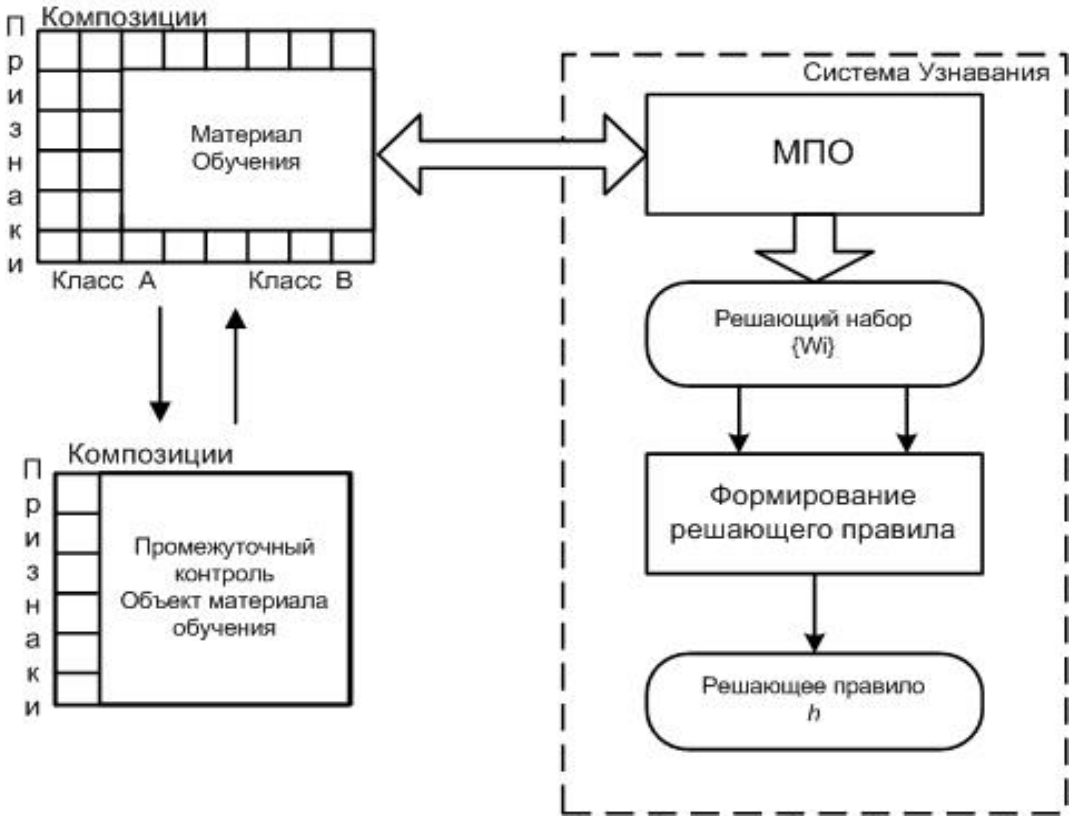


Рис. 4. Схема универсального обучения для МПО

Программное обеспечение разработано в интегрированной среде программирования Delphi 7, в качестве СУБД использовалась MS Access.

Литература

1. Трахтенгерц, Э.А. Компьютерные системы поддержки принятия управленческих решений // Проблемы управления. – М.: Ин-т проблем управления, 2003. – №1. – С. 13-28.

2. Фомин, А.Я. Статистическая теория распознавания образов / А.Я. Фомин, Г.Р. Тарловский. – М.: Радио и связь, 1986. – 264 с.: ил.

3. Бонгард, М.М. Проблемы узнавания / М.М. Бонгард. – М.: Наука, 1967. – 320 с.

4. Горелик, А.Л. Современное состояние проблемы распознавания / А.Л. Горелик, И.Б. Гуревич, В.А. Скрипкин. – М.: Радио и связь, 1985. – 161 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ СЕРВИСНОГО ЦЕНТРА

И.В. Лобачев, Н.М. Мунцева, И.М. Березин
Научный руководитель ***С.Б. Федотовский****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Усиление конкуренции в сфере услуг в связи с кризисом вынуждает даже небольшие сервисные центры обратить пристальное внимание на стандартизацию и автоматизацию бизнес-процессов и учета услуг в целом. Наличие и соблюдение стандартов бизнес-процессов оказания услуг повысит эффективность сервисного центра.

Имея модель работы предприятия, всех его бизнес-процессов, сориентированных на конкретную цель, можно открыть возможность его совершенствования. Анализ предприятия как модели – это удобный способ ответа на вопрос, что необходимо и достаточно для достижения поставленной цели. Из этого следует, что необходимо структурировать деятельность компании в виде бизнес-процессов и проанализировать существующую организационную структуру с точки зрения распределения ответственности руководителей за бизнес-процессы, а также участия подразделений в этих процессах. Бизнес-процесс – это специфически упорядоченная совокупность работ, заданная во времени и в пространстве, с указанием начала и конца и точным определением «входов» и «выходов» (в виде продукции и услуг, необходимых клиенту) [1].

«Входы» и «выходы» процесса могут взаимодействовать как с конкретным клиентом, так и с некоторым другим процессом во внешнем окружении компании, но не с другим внутренним процессом. «Вход» – ресурс, необходимый для выполнения бизнес-процесса. «Выход» – полученный результат после выполнения бизнес-процесса. Ресурсы (исполнители) – это информация, финансы, материалы, персонал, программное обеспечение, среда, оборудова-

ние, необходимые для выполнения бизнес-процесса [2].

Модель бизнес-процесса – это упрощенное отображение реального объекта в виде графического, табличного, текстового, символьного описания либо их взаимосвязанной совокупности. Базовой целью моделирования бизнес-процессов является описание реального хода бизнес-процессов компании. При этом необходимо определить, что является результатом выполнения процесса, кем и какие действия выполняются, каков их порядок, каково движение документов в ходе выполнения процесса, а также насколько процесс надежен (вероятность неудачного выполнения) и как он может быть расширен (модифицирован) в будущем [3].

Правильная постановка задачи дает 50% решения. Процесс постановки задачи включает в себя разработку модели предприятия. Модель предприятия основывается на описании организационной структуры и основных бизнес-процессов. Организационная структура управления в ООО «ЭСиС» является линейно-функциональной и представляет собой иерархичность управления, четкое разделение труда, использование на каждой должности квалифицированных специалистов. Она основывается на принципе единства распределения поручений, согласно которому право отдавать распоряжения имеет только вышестоящая инстанция. Соблюдение этого принципа должно обеспечивать единство управления. Но с использованием данной структуры ООО «ЭСиС» не может оперативно реагировать на изменение со стороны внешней среды, особенно под воздействием научно-технического и технологического прогресса. Также недостатками является и то, что на предприятии не проводятся исследования и прогнозы развития рынка, адаптации внутренних возможностей к изменяющимся условиям внешней среды.

На современном этапе развития экономических отношений ООО «ЭСиС» столкнулось с проблемой стимулирования сбыта своих услуг в условиях жесткой конкуренции. В связи с этим требуется введение должности маркетолога на предприятие, осознание необходимости стимулирования продвижения услуг.

Существуют различные подходы к построению и отображению моделей бизнес-процессов, основными из которых являются функциональный и объектно-ориентированный. В функциональном подходе главным структурообразующим элементом является функция (бизнес-функция, действие, операция), и система представляется в виде иерархии взаимосвязанных функций. При объектно-ориентированном подходе система разбивается на набор объектов, соответствующих объектам реального мира и взаимодействующих между собой посредством посылки сообщений. Описывая основные бизнес-процессы, проходящие через несколько функциональных подразделений, можно обнаружить организационные и информационные разрывы между ними, что дает направления для совершенствования деятельности организации. В данной работе для моделирования используется язык UML и объектно-ориентированный подход. Ниже дано описание основ-

ных бизнес-процессов сервисного центра.

1. Прием и ремонт техники.

При приеме товара сотрудник сервисного центра, менеджер-приемщик, принимает заявление клиента и формирует документ-движение на прием техники в ремонт, с указанием всех необходимых данных: ФИО клиента, контактные данные, данные техники и так далее. Далее старшим мастером проводится диагностика техники на предмет выявления неисправностей и определения мастера, который будет заниматься этим ремонтом. Для выполнения заказа мастеру требуются детали, которые он получает со склада. Если таких деталей на складе нет, то они заказываются у поставщиков. Возможны следующие варианты развития бизнес-процесса: неисправность была устранена, клиенту выдаться отремонтированная техника, или технику отремонтировать невозможно по причине неустранимого брака, и она возвращается клиенту в первоначальном виде. Клиент же в свою очередь может продать ее сервисному центру на запасные части, если сервисный центр в таковых нуждается. При выдаче техники клиенту менеджер-приемщик формирует документ-перемещение на выдачу техники клиенту из сервисного центра. Диаграмма деятельности для бизнес-процесса «Прием и ремонт техники» отображена на рис. 1.

Основным недостатком на данном этапе является неэффективное использование рабочего времени и неоперативная обработка информации. Тратится большое количество времени на оформление заказа от клиента. Кроме того, мастер в процессе ремонта вынужден дублировать информацию о заказе, при оформлении данных по ремонту. И он не всегда обладает достоверной информацией о наличии необходимых деталей, что увеличивает время на ремонт.

Автоматизация данного процесса позволит сократить время на обработку информации и использовать ее в дальнейшем для ведения бухгалтерского, управленческого учета и получения необходимых данных.

2. Заказ и закупка запасных частей.

Данный бизнес-процесс является необходимым для оперативного ремонта. Планирование закупок осуществляет старший мастер. Основанием для планирования закупок являются следующие документы: отчет по складским остаткам на начало планируемого периода, нормы расхода, заявки от мастеров.

Первым этапом закупки является мониторинг соответствующих складских остатков, который осуществляет старший мастер. В результате анализа выявляется потребность в приобретении тех либо иных запасных частей. При выявлении потребности в пополнении складских запасов старший мастер рассчитывает размер заказа. На основании принятого решения составляется заказ. После составления заказа старший мастер, получив деньги, выезжает к поставщику для приобретения запасных частей, после чего они поступают на склад, где происходит их оприходование. Главный бухгалтер, согласно доку-

ментам о поступлении и оприходовании деталей, вносит информацию о поступлении запасных частей в данные бухгалтерского учета.

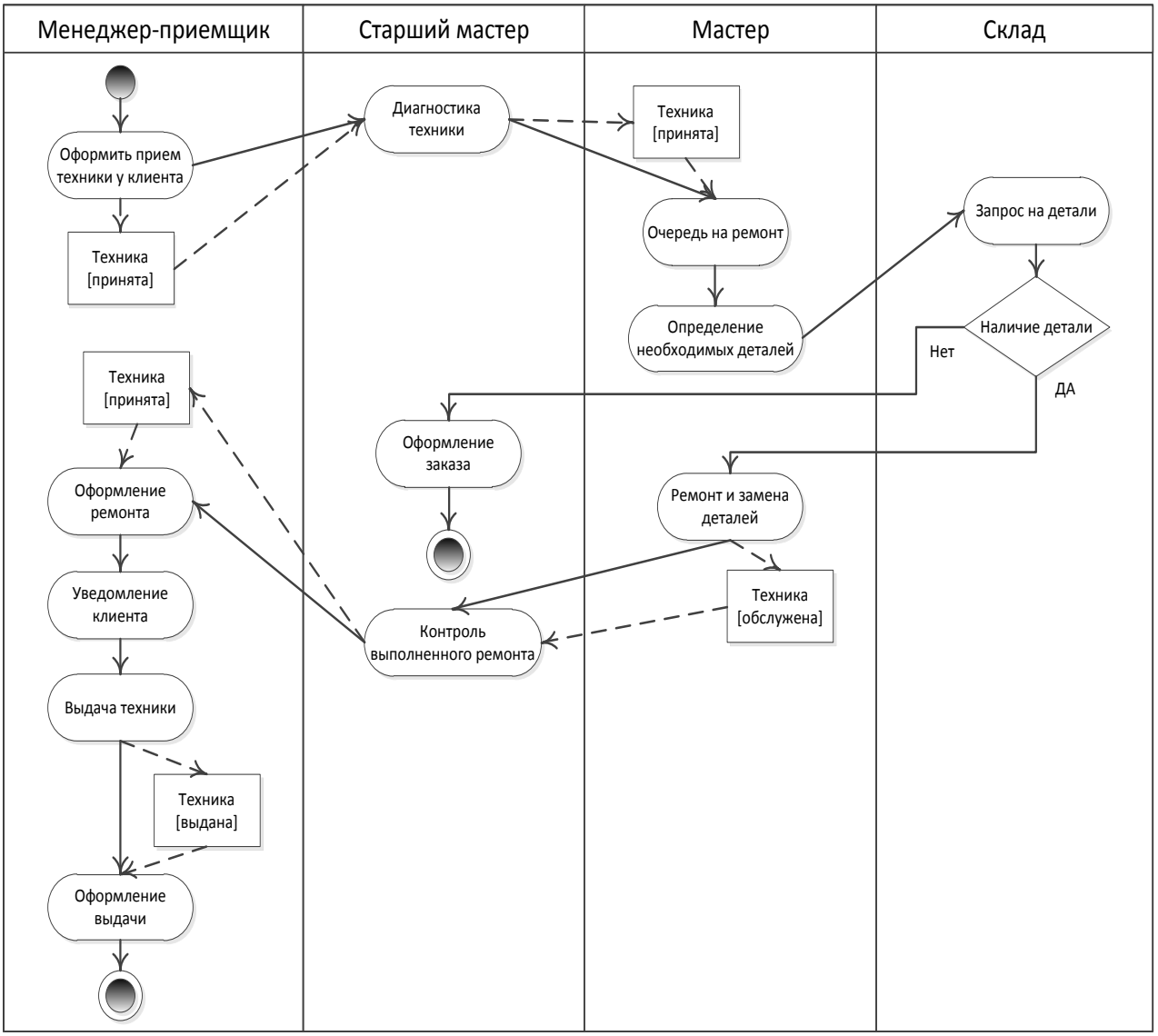


Рис. 1. Диаграмма активности бизнес-процесса «Прием и ремонт техники»

Диаграмма активности данного бизнес-процесса изображена на рис. 2.

Основным недостатком данного процесса является отсутствие оперативной информации о наличии запасных частей у поставщика, что приводит к увеличению срока ремонта при отсутствии необходимых деталей. В качестве решения предложено выработать инструменты мониторинга и оперативного реагирования на факты отсутствия деталей у поставщика, путем обращения к другому поставщику или заказу деталей по почте.

Моделирование основных бизнес-процессов компании ООО «ЭСиС» позволило проанализировать не только, как работает предприятие в целом, но и как оно взаимодействует с внешними организациями, заказчиками и поставщиками, а также как организована деятельность на каждом отдельно взятом рабочем месте. Построить полноценные модели бизнес-процессов помог-

ло исследование организационной структуры предприятия. Построение моделей бизнес-процессов было выполнено с помощью языка UML. Для каждого из них была разработана диаграмма активности и проведен анализ. По результатам анализа были выявлены недостатки, а также намечены пути их решения, которые позволят повысить эффективность и сократить затраты, особенно временные.

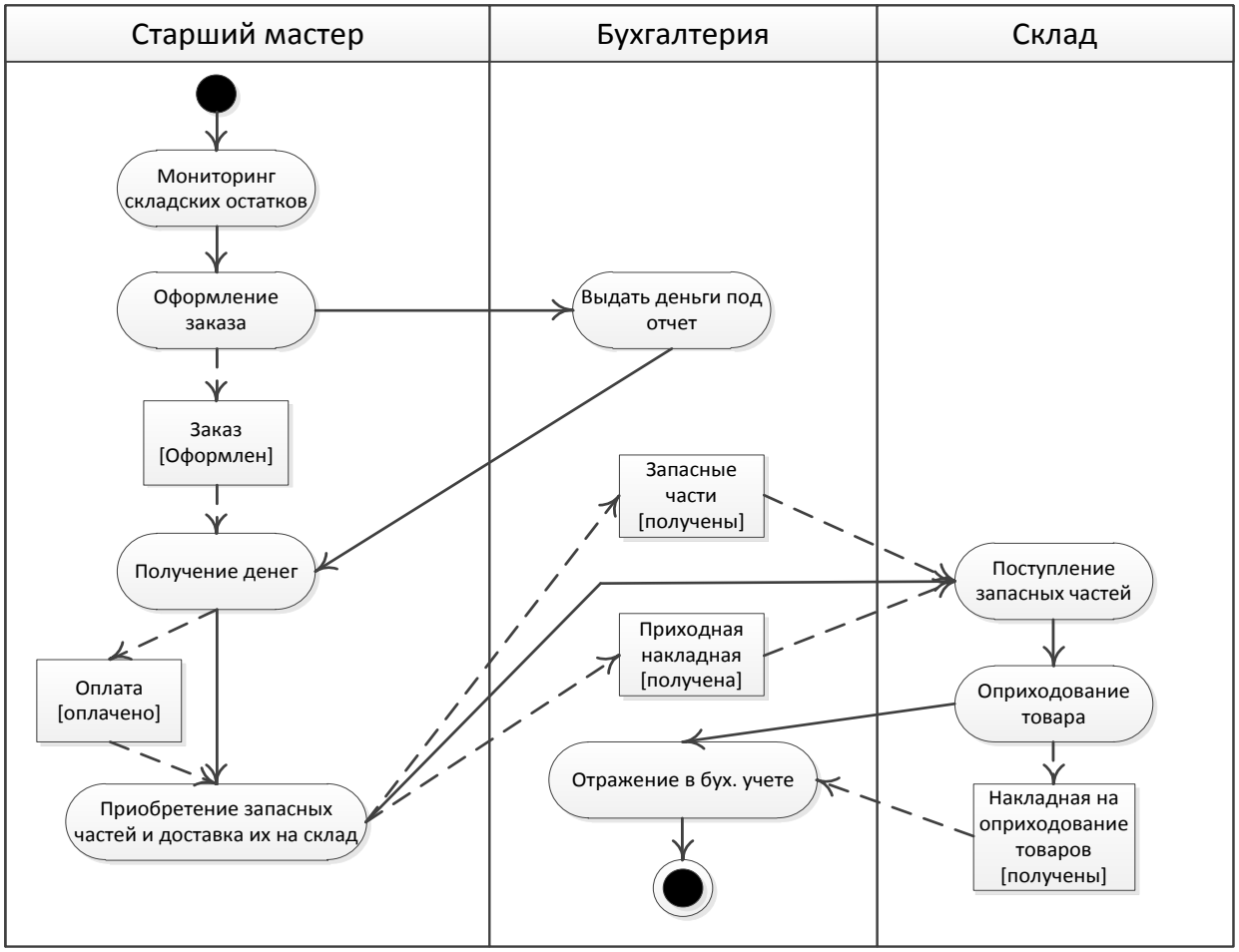


Рис. 2. Диаграмма активности бизнес-процесса «Заказ и закупка запасных частей»

Литература

1. Елиферов В.Г. Бизнес-процессы: регламентация и управление: учебное пособие [для студентов вузов] / В. Г. Елиферов, В. В. Репин ; Ин-т экономики и финансов "Синергия". - М. : ИНФРА-М, 2011. - 319 с.

2. Андерсен Б. Бизнес-процессы. Инструменты совершенствования / Б. Андерсен ; [пер. с англ. С. В. Ариничева ; под науч. ред. Ю.П. Адлера]. - 5-е изд. - М. : Стандарты и качество, 2008. - 272 с.

3. Репин В.В. Бизнес-процессы компании: построение, анализ, регламентация / В. В. Репин. - М. : Стандарты и качество, 2007. - 240 с.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ СЕТЕЙ ПЕТРИ

А.М. Малафеев
Научный руководитель ***А.А. Суконщиков****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

При выполнении имитационного моделирования процесса функционирования технических систем с использованием сетей Петри актуальной является задача хранения структуры и используемых.

Сеть Петри может быть представлена в виде множества

$$\Pi = \{A, Z, O_Z(A), O_A(Z)\},$$

где $A = \{a_i, i = 1 \dots N(A)\}$ - конечное множество позиций;

$Z = \{z_i, i = 1 \dots N(Z)\}$ - конечное множество переходов;

$N(a)$ - общее количество позиций;

$N(z)$ - общее количество переходов;

$O_A(Z)$ - выходная функция переходов [1].

В контексте задачи моделирования процесса отказов/восстановлений:

- позиции множества $A = \{(a_1, ..., a_i, ..., a_{N(A)}\}$ являются математическим подобием состояний элементов системы;

- переходы множества $Z = \{z_1, ..., z_i, ..., z_{N(Z)}\}$ моделируют взаимодействие элементов при переключениях системы из одного состояния в другое, при этом во временной области взаимодействие может рассматриваться как «соревнование» отказов/восстановлений, исходом которого является переключение системы в одно из возможных сопряженных состояний;

- выходная функция позиции $O_Z(a_i) = \{z_{1[O, N(z)]}, ..., z_{j[O, N(z)]}, ..., z_{N[O, N(z)]}\} \subset Z$ моделирует множество состояний, участвующих в «соревновании», ($N[O, N(a_j)]$ - общее количество переходов, составляющих выходную функцию $O_Z(a_i)$ позиции a_i);

- выходная функция перехода $O_A(z_i) = \{a_{1[O, N(z)]}, ..., a_{j[O, N(z)]}, ..., a_{J[O, N(z)]}\} \subset A$ моделирует множество исходов «соревнований» отказов/восстановлений элементов ($N[O, N(z_j)]$ - общее количество позиций, составляющих выходную функцию $O_A(z_j)$ перехода z_j).

Кроме того, каждый элемент рассматриваемого множества $П$ характеризуется набором параметрических аспектов. Такой набор аспектов различен для позиций и переходов. Каждая позиция характеризуется следующим набором параметров:

$$M(a_i) = \{p_i, f_i(t)\},$$

где p_i - вероятность выполнения полушага в соответствующий переход;

$f_i(t)$ - плотность распределения времени пребывания маркера в позиции.

Как показывает практика, наиболее часто используемыми законами распределения $f_i(t)$ являются законы Пуассона и Эрланга *k*-го порядка, поэтому для однозначной записи закона $f_i(t)$ достаточно параметра λ_i, определяющего интенсивность потока событий и параметра α_i - порядка закона распределения Эрланга.

Для переходов также существует множество параметров, которые определяют структуру сети Петри:

$$M(z_i) = \{l_{i,j}(a_k), j = 1 \dots N(L)\},$$

где $l_{i,j}(a_k)$ - логическая переменная, обозначающая наличие или отсутствие «полушага» [2] в переход z_i из позиции a_k.

С учетом сказанного выше определяется список параметров, которые необходимы для полного воспроизведения структуры сети Петри:

1) множество символических имен позиций *A*;
2) множество символических имен переходов *Z*;
3) выходная функция позиций O_Z;
4) выходная функция переходов O_A;
5) множество параметрических аспектов позиций *M*(*a*);
6) множество логических переменных *M*(*z*).

Вычислим объем информации, который может потребоваться для хранения одной записи в таблицах, соответствующих обозначенным выше пунктам 1-6:

1. Объем информации, необходимый для хранения символьных имен позиций вычисляется следующим образом:

$$I_A = N(a) \cdot (i_s \cdot N_{max}(n) + i_k),$$

где i_s- объем информации, необходимый для хранения одного символа строки, обычно $i_s = 1$ байт; $N_{max}(n)$ - максимальная длина строки-имени позиции в символах, обычно $N_{max}(n) = 255$; i_k - объем информации, необходимый для хранения значения первичного ключа, обычно $i_k = 4$ байт.

2. Аналогичным образом вычисляется объем информации I_Z, необходимый для хранения символьных имен переходов.

$$I_Z = N(z) \cdot (i_s \cdot N_{max}(n) + i_k).$$

3. Объем информации $I_{O(z)}$, требуемый для записи выходной функции переходов, составляет переменную величину и зависит от количе-

ства $N[O, N(z_j)]$ - общее количество позиций, составляющих выходную функцию $O_A(z_j)$ перехода z_j:

$$I_{O(z)} = 2N(z) \cdot i_k + \sum_{i=1}^{N(z)} N[O, N(z_j)] \cdot i_k.$$

В данном случае $N(z) \cdot i_k$ байт требуется для хранения первичных ключей записей таблицы, содержащей выходную функцию переходов. Еще $N(z) \cdot i_k$ байт требуется для записи ключа перехода, относящегося к текущей записи таблицы. Далее для каждой записи потребуется по $N[O, N(z_j)] \cdot i_k$ байт информации.

4. По аналогии рассчитывается объем информации $I_{O(a)}$ для хранения выходной функции позиций:

$$I_{O(a)} = 2N(a) \cdot i_k + \sum_{i=1}^{N(a)} N[O, N(a_j)] \cdot i_k.$$

5. Для записи параметрических аспектов позиций $M(a_i) = \{p_i, \lambda_i, \alpha_i\}$ требуется использование

$$I_{P(a)} = N(a) \cdot (2 \cdot i_k + 3 \cdot i_p) \text{ байт,}$$

где i_p - количество байт, необходимое для хранения числа с плавающей запятой. В данном случае $N(a) \cdot i_k$ байт используется для хранения первичного ключа записи таблицы, содержащей параметрические аспекты позиции. Еще $N(a) \cdot i_k$ байт содержат идентификаторы записей позиций, $3N(a) \cdot i_p$ байт содержат информацию о величине параметров p_i, λ_i, α_i соответственно.

6. Запись параметрических аспектов переходов требует использование $I_{P(z)} = 2N(z) \cdot i_k + \sum_{i=1}^{N(z)} N[I, z_i] \cdot i_k$ байт, где $N[I, z_i]$ - число позиций, из которых осуществляется «полушаг» в переход z_i. Очевидно, что $N[I, z_i] \leq N(a)$. Таким образом, для хранения в базе данных информации о структуре сети Петри необходимо использовать 6 таблиц. Структура таблиц для хранения символьных имен позиций / переходов (names_a / names_z) приведена ниже:

Таблица 1

Структура таблицы для хранения символьных имен

Id	Идентификатор записи
Name	Символьное имя позиции / перехода

Для хранения выходных функций позиций целесообразно использовать таблицы следующей структуры (output_a):

Таблица 2

Структура таблицы для хранения выходной функции позиций

Id	Идентификатор записи
A_id	Идентификатор позиции
Z_list	Список переходов

Список переходов представляет собой сериализованный массив идентификаторов переходов, в которые осуществляется «полушаг» из позиции, идентификатор которой записан в поле A_id текущей записи. Для хранения выходной функции переходов нужна таблица, использующая структуру, представленную ниже (output_z).

Таблица 3

Структура таблицы для хранения выходной функции переходов

Id	Идентификатор записи
Z_id	Идентификатор перехода
A_list	Список позиций

Для хранения параметрических аспектов позиций используется следующая структура таблицы базы данных (params_a):

Таблица 4

Структура таблицы для хранения параметрических аспектов позиций

Id	Идентификатор записи
A_id	Идентификатор позиции
A_p	Параметр
A_l	Параметр
A_a	Параметр

Структура таблицы (params_z), используемой для хранения множества логических переменных переходов, приведена ниже.

Таблица 5

Структура таблицы для хранения параметрических аспектов переходов

Id	Идентификатор записи
Z_id	Идентификатор перехода
L_list	Список позиций - логических переменных

На рисунке показана общая структура связи описанных выше таблиц в базе данных.

Таким образом, представленные в статье соотношения позволяют вычислить количество памяти, необходимое для хранения информации о структуре сети Петри.

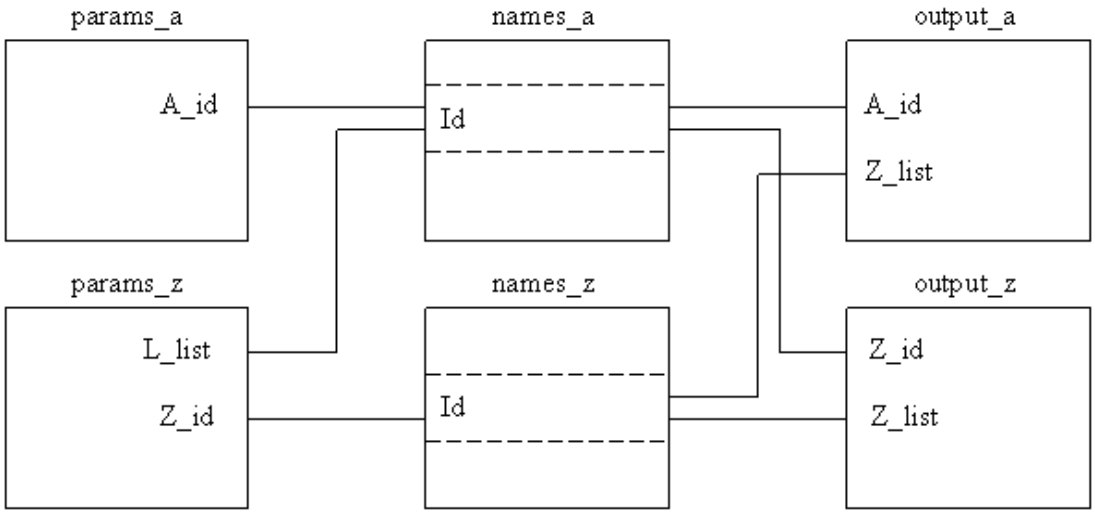


Рис. Структура связей таблиц в базе данных

ЛИТЕРАТУРА

1. Ушаков И.А. Вероятностные модели надежности информационно-вычислительных систем. - М.: Радио и связь, 1991. - 132 с.

2. Ларкин Е.В., Сабо Ю.И. Применение сетей Петри-Маркова при моделировании структурных отказов в системе // Известия ТулГУ. Серия: Вычислительная техника. Информационные технологии. Системы управления. Т. 4. Вып. 3. Системы управления. - Тула: ТулГУ, 2003.- С. 95 - 103.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ МОЛНИЕЗАЩИТЫ НА ОБЪЕКТАХ ЭНЕРГЕТИКИ

В.Е. Мещеряков

Научный руководитель ***С. Л. Шишигин*** *д-р техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Молния - грандиозное природное явление, сопровождаемое разрядом в атмосфере при напряжении в миллионы вольт и токами в сотни тысяч ампер, защита от которого в настоящее время не является абсолютной. Современные системы молниезащиты не обеспечивают надёжную защиту от прямого удара молнии (ПУМ), что влечет огромный ущерб для объектов электроэнергетики, нефтегазового комплекса и военной инфраструктуры. От удара молнии выхо-

дят из строя силовое и коммутационное оборудование на электростанциях (ЭС) и подстанциях (ПС), вызывая перерывы электроснабжения потребителей.

На сегодняшний день существует несколько нормативных документов: РД 34.21.122-87 (РД), СО 153-343.21.122-2003 (СО), регламентирующие выбор зон молниезащиты, а расчетных методик ещё больше. Некоторые организации используют собственные отраслевые нормы по расчету зон молниезащиты: СТО Газпром 2-1.11-170-2007 (СТО), РД-91.020.00-КТН-276-07(ОАО «АК «Транснефть») и ВСП 22-02-07/МО РФ (для объектов военной структуры). Очевидно, что наличие нескольких действующих документов не упрощает работу проектировщика. Стоит отметить, что СТО дублирует СО в части определения зоны молниезащиты. Существует и международная методика, представленная в МЭК 62305. Методика МЭК основана на положении, что молния поражает ближайший предмет (объект, молниеотвод, землю), находящийся в пределах радиуса поражения R от ее лидера, где R=20, 30, 45 и 60 м в зависимости от степени «важности» объекта. Отсюда простая реализация, не требующая расчета пробивных напряжений. Принимая равную вероятность появления молнии над каждой точкой объекта, приближаем лидер к земле пока он не «упрется» в преграду. Зона поражения представляет собой сопряжение поверхностей сфер с центрами в точках поражения, что позволяет учесть удары молнии сбоку, отсюда более реалистичные значения надежности защиты. Есть геометрическая интерпретация метода – обкатка объекта сферой радиуса R. Все, чего не касается сфера, защищено. Отсюда название – метод катящейся сферы.

Таким образом, перед проектировщиком стоит не простая задача, какую методику выбрать для расчета. Следуя российским стандартам (РД, СО) надежность одиночного молниеотвода может быть на уровне до 0,999 (1 прорыв из тысячи ударов), а комбинации молниеотводов еще выше. Международный стандарт МЭК-62305 исключает такую возможность, ограничивая предельную надежность уровнем 0.99. При этой надежности зона защиты молниеотвода существенно меньше, чем зона защиты с уровнем 0.999 по российским стандартам (рис.1).

Имеем почти двукратное различие результатов. Таким образом, уровень молниезащиты зависит от выбранной методики проектирования молниезащиты, что недопустимо. В подобных условиях оправдан переход на более жесткие международные стандарты, хотя и они далеки от идеала.

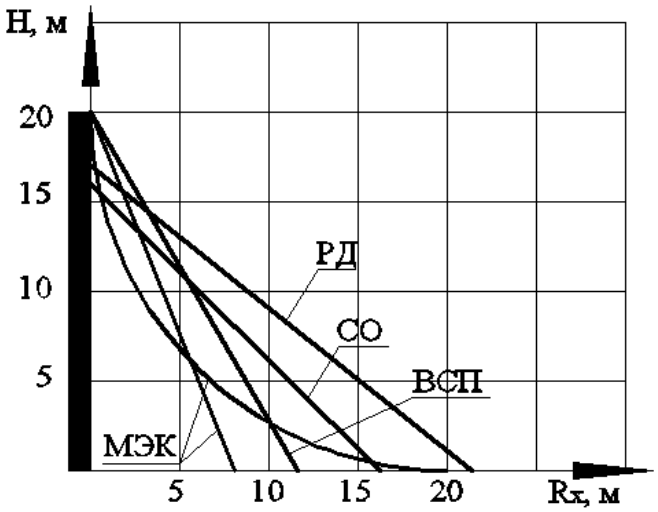


Рис. 1. Зоны защиты стержневого молниеприемника высотой 20 метров по: РД с уровнем надёжности $P_з$=0,995; 2) СО, СТО при $P_з$=0,99; 3) методом катящейся сферы при $P_з$=0,99(по методу сферы и защитного угла); 4)ВСП для объекта размерами 10х10х10 при $P_з$=0,99

Определим вероятность поражения резервуара для хранения нефтепродуктов РВСПА 50000 (рис.2).

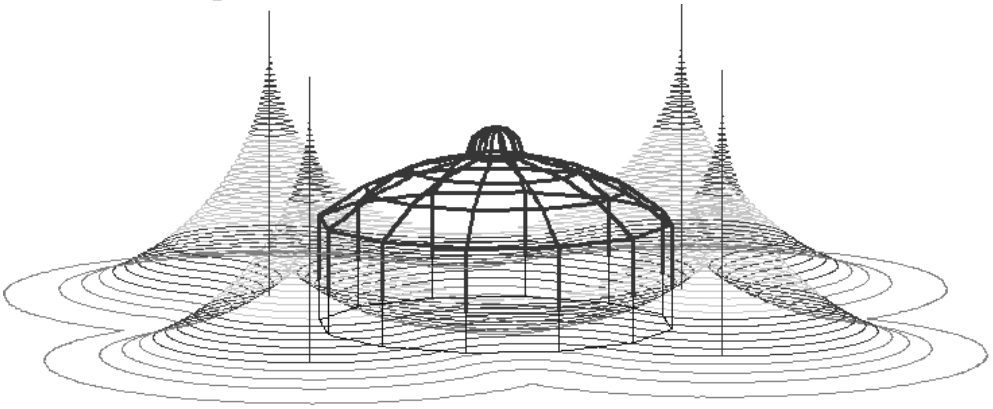


Рис. 2. Зоны защиты молниеотводов по методу МЭК (R=45 м)

Для типовой расстановки молниеприемников надежность составляет 0,99, согласно нормативу ОАО «Транснефть», хотя зона молниезащиты не закрывает объект при вероятности 0,91, согласно МЭК (рис.2). Зона ориентировки молнии (рис.3) показывает точки (выделены темным цветом), из которых молния будет прорываться к объекту.

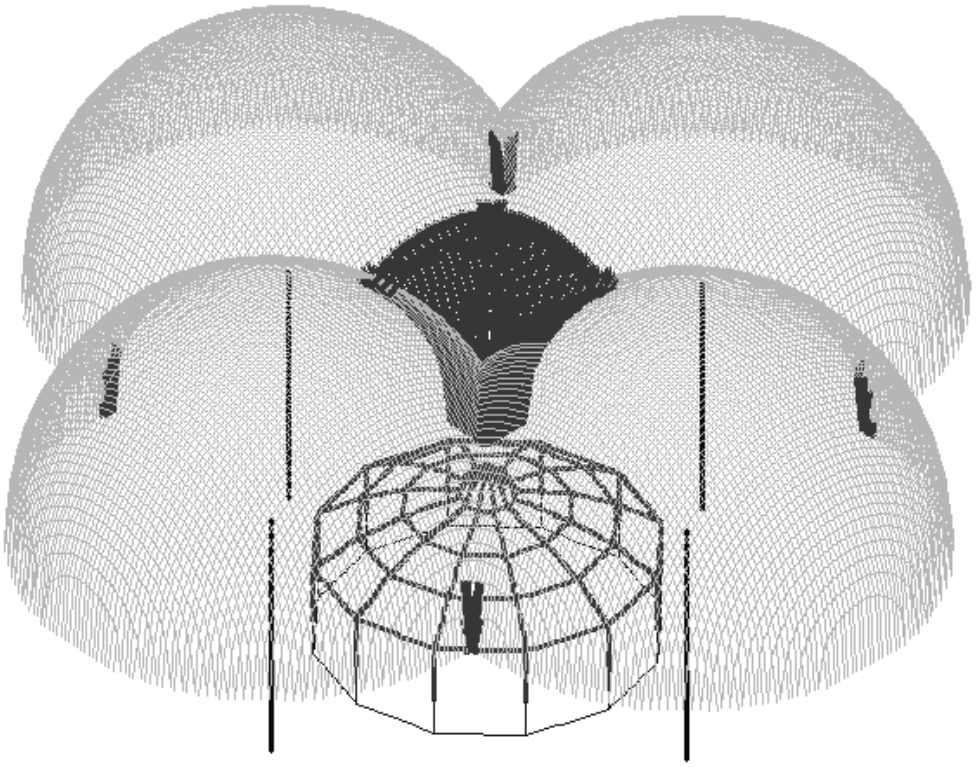


Рис. 3. Зона ориентировки молнии по методу МЭК (R=45 м)

Согласно расчету по методу МЭК вероятность поражения составляет 4% (при норме 1%). При 60 грозовых часов в год, удар молнии будет приходиться в защищаемую территорию раз в 10 лет, а прорыв молнии к защищаемому объекту раз в 250 лет. Для резервуарного парка, состоящего из 5 подобных резервуаров, при данном расположении молниеотводов, удар молнии в территорию будет происходить раз в 2 года, а прорыв молнии раз в 10 лет. Возможно, рассмотренная ситуация одна из причин резонансных аварий на объектах нефтегазового комплекса [1].

Также не стоит забывать о повторных зарядах молнии по разогретому плазменному каналу. У подобных разрядов длина стримера гораздо меньшей длины по отношению к основным разрядам, что увеличивает вероятность поражения объекта. Имеется много фактов, когда первый удар молнии приходиться в молниеотвод, а повторный разряд попадал в объект [1,2].

Очевидно, что для двух одинаковых объектов, расположенных в различных географических широтах, зона защиты будет одинакова, но вероятность поражения может отличаться в несколько раз. В связи с этим, необходим переход с определения зон молниезащиты на расчет вероятности поражения объекта.

Выводы. Зоны защиты молниеотводов, используемые в настоящее время для проектирования молниезащиты, не дают точной информации о надежности защиты объекта. Вероятность поражения объекта и количество прорывов молнии – существенно более точные характеристики молниезащиты. Зоны

защиты молниеотводов и зоны стягивания молнии следует использовать для наглядности результатов.

Литература

1. Надточин, В.И. Анализ причин аварии на резервуаре РВС 2000 №22 Александровской НПС магистрального нефтепровода «Александровское – Анжеро – Судженск / Безопасность труда в промышленности. - 2004. - С. 53-58

2. Ермаков, К.В. Концепция потенциальной молниезащиты объектов и технических средств. Новые подходы и принципы обеспечения. Ч. 1 / К.В. Ермаков, Ю.Г. Рябов // Технологии ЭМС. – 2010. - №4(35). – С. 3-11.

ПРОГРАММНО-АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Н.М. Мунцева, М.А. Шушков, И.В. Лобачев
Научный руководитель ***А.М. Водовозов****, канд. техн. наук, профессор*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Под влиянием динамично меняющихся социально-экономических отношений, наращивания объемов информации, быстрого обновления технологий производства идет процесс постепенной смены традиционной образовательной парадигмы. Приоритетные направления политики в области образования отражены в документах, относящихся к Болонскому процессу, в «Национальной доктрине развития образования», в «Концепции модернизации Российского образования до 2010 года». В их числе реализация в образовании компетентностного подхода, информатизация. В новых образовательных стандартах любого уровня образования особая роль придается экспериментальным методам познания окружающей нас действительности, которые реализуются в форме лабораторного практикума. Именно лабораторный практикум нацелен на формирование у обучаемых компетенций, знаний, умений и навыков, необходимых будущим специалистам.

В технических вузах одной из привычных организационных форм обучения являются стендовые лабораторные работы, традиционно используемые для формирования некоторых профессионально важных умений и навыков будущих специалистов [3]. Однако современный натурный эксперимент, в силу сложности его организации и проведения, оказывается очень затратным и зачастую уже не отвечает условиям высокоавтоматизированного и информа-

ционно насыщенного производства. Для проведения экспериментов необходимо использовать компьютерные технологии, позволяющие наиболее наглядно рассматривать изучаемые процессы, автоматизировать сбор и обработку больших объемов данных. По этим причинам стендовые лабораторные работы как форма обучения отходят на второй план, уступая место современным виртуальным лабораториям - программно-техническим комплексам, позволяющим студентам получить доступ к самому современному и высокотехнологичному оборудованию и программному обеспечению. Они служат эффективным средством предварительной отработки у учащихся целого ряда умений, таких как разработка и конструирование экспериментальной установки, выполнение наблюдений и измерений, анализ полученных результатов (рис. 1).

Рис. Структура виртуального прибора

Виртуальный стенд строится на базе какого либо физического (реального объекта), при этом создается его математическая модель, которая и используется в виртуальном стенде [1]. Виртуальный стенд в свою очередь имитирует работу реального объекта, поэтому в ряде случаев необходимо уточнение математической модели, либо каких-то предположений и теорий, связанных с этим объектом. Система должна обладать аппаратной и программной составляющей. К аппаратной относятся персональный компьютер, система управления и сбора данных, система датчиков и т.д. К программной – анализ и управление объектом.

Использование виртуальных приборов жизненно необходимо из-за:

- недостаточного количества лабораторных стендов;
- недостаточного оснащения лабораторий современными приборами, устройствами и аппаратами;
- морального старения действующих лабораторий;

- инерционности работы или процессов на некоторых лабораторных работах (за отведенное для занятий время трудно проводить повторные анализ или проверку экспериментальных данных);

- приобретение студентами достаточных навыков и опыта работы в определенной области требует необходимости повторения занятий, что не всегда выполняется во избежание частых поломок установок и дополнительных затрат на расходные материалы.

Виртуальный лабораторный стенд представляет собой компьютерную программу [2], которая на экране компьютера при помощи средств компьютерной графики и анимации моделирует реальный лабораторный стенд. Учащийся может выбрать приборы и инструменты для определенной лабораторной работы, и, манипулируя компьютерной мышью, устанавливать их в соответствующие разъемы стенда. Таким образом, интерактивный тренажер позволяет отрабатывать ключевые, можно сказать, технологические навыки, необходимые для решения более сложных, комбинированных задач. Слово «виртуальный» отражает, что управление автоматизированными процессами осуществляется в виртуальном пространстве в режиме «on-line». Созданный программно-аппаратный комплекс можно использовать для ряда специальных дисциплин, в рамках которой студенты осуществляют деятельность в процессе обучения. Учитывая, что лабораторный практикум, по существу, непосредственно примыкает к экспериментальным научным исследованиям, он может служить для освоения методов, подходов и приемов научного исследования в процессе обучения, развивая тем самым как навыки работы с компьютерным оборудованием, так и навыки самостоятельного мышления, а также может использоваться и для самообучения. Последнее особенно важно для подготовки специалистов по программам фундаментального университетского образования.

Практика использования виртуальных лабораторных стендов с самого начала показала себя, как инновационная форма обучения, содержащая в себе разноплановые межпредметные знания и множество видов учебной работы студентов. В виртуальных стендах моделируются вероятностные ситуации будущей профессиональной деятельности, анализируя которые студенты должны принимать конкретные практические решения. Важнейшим фактором является то, что возникающие проблемы решаются студентами не в статике, а в динамике. Все это требует мыслительного и личностного включения в предметную область. Таким образом, очевидно, что виртуальные лабораторные стенды не простая разновидность обычной формы обучения с использованием современного оборудования стендовых лабораторных работ с добавлением новых информационных технологий, а инновационная форма организации учебной деятельности будущих специалистов.

Литература

1. Мунцева, Н.М. Место виртуальных лабораторных практикумов в учебном процессе/ Н.М. Мунцева, И.М. Березин, М.А. Шушков//Молодые исследователи – регионам: материалы международной научной конференции. В 2-х т. // – Вологда: ВоГТУ, 2013. – Т.1. – С. 131-133

2. Мунцева Н.М. Виртуальный стенд для изучения автоматических выключателей и их испытаний при наладке/ Н.М. Мунцева// Молодые исследователи – регионам: материалы всероссийской научной конференции. В 2-х т.// – Вологда: ВоГТУ, 2012. – Т. 1. – 140-142 с.

3. Кашлев С.С. Интерактивные методы обучения: учеб.-метод. пособие/ С.С. Кашлев. – Минск : ТетраСистемс, 2011. – 224 с.

АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К ИМИТАЦИОННОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

М.А. Тутынин

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

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Постоянное развитие аппаратных и программных средств постепенно приводит к тому, что все больше и больше предприятий пытаются объединить различные существующие «кусочные» решение по автоматизации процессов производства и управления, внедренные на предприятии в начале процесса автоматизации и информатизации, в единую автоматизированную систему управления предприятием (АСУП). Данный процесс предполагает объединение информационных потоков как от систем управления технологическими процессами (АСУТП), так и от систем бухгалтерского учета, планирования и т.п. в единую информационную шину. Как правило, в роли этой единой информационной шины выступает локальная вычислительная сеть предприятия (ЛВС). При этом остается также возможность использовать глобальную сеть Internet для организации обмена данными с удаленными подразделениями или пользователями.

При объединении информационных потоков в единую информационную шину требуется решить следующие задачи:

1. Обеспечить необходимые параметры обмена данными для пользователей этой шины. Так информация от датчиков АСУТП или датчиков системы сигнализации должна быть обработана без задержек в то

время, как сообщения электронной почты можно отложить до появления возможности их обработки.

2. Обеспечить минимизацию расходов предприятия на модернизацию ЛВС предприятия в ходе объединения потоков в единую информационную шину с приемлемыми параметрами обмена данными.

Для решения первой из поставленных задач чаще всего используют сетевую технологию «Качества обслуживания» (Quality of Service, QoS). QoS помогает поддерживать разные виды трафика в единой инфраструктуре. Современные сетевые протоколы снабжены механизмами, способными отличать, трафик какого приложения передается в данный момент и на основе этого принимать решение, как его передавать: задержать или обеспечить ему «зеленый коридор» [1].

Однако внедрение подобной архитектуры связано с трудностями в настройке параметров сетевого оборудования и задании политик QoS.

Для облегчения настройки QoS в действующей ЛВС, а также выбора сетевого необходимого сетевого оборудования экономически целесообразным является использование имитационного моделирования. Плюсами данного решения является следующее:

1. Возможность использования на этапе проектирования новой ЛВС или разработке плана модернизации действующей ЛВС.
2. Отсутствие необходимости вносить изменения в работу используемой ЛВС и отсутствие необходимости использования реального дорогостоящего оборудования.
3. Отсутствие необходимости длительного наблюдения за работой ЛВС после внесения изменения в модель сети для оценки влияния этих изменений на решения задачи настройки QoS.
4. Возможность смоделировать большой спектр критических ситуаций, возникающих в сети.
5. Возможность подобрать оптимальные параметры сетевого оборудования для последующей минимизации затрат на приобретение оборудования, позволяющего достичь требуемого качества обслуживания.

С другой стороны, имитационное моделирование предполагает построение достаточно точных и сложных моделей сетевого оборудования, каналов передачи данных, генераторов трафика. Также имитационное моделирование требует значительный объем вычислительных ресурсов на проведение самого процесса исследования ЛВС. Однако экономический эффект от использования имитационного моделирования при проектировании/модернизации ЛВС и настройке архитектуры QoS перекрывает затраты на его проведение.

Рассмотрим, какие математические аппараты могут быть применимы для построения моделей ЛВС с целью имитационного моделирования.

Графовые потоковые алгоритмы применяются для решения широкого спектра задач моделирования физических и химических процессов, моделирование транспортных систем, систем телекоммуникации, транспортных протоколов, формирования таблиц маршрутизации. Решение задачи о максимальном потоке заключается в поиске максимального значения функции потока, заданной на ребрах графа *G*. Различают задачи поиска ориентированного и неориентированного потока. В графе выделяются две вершины исток *s* и сток *t*. Каждому ребру приписывается некоторое число, характеризующее пропускную способность данного ребра. Искомая функции потока должна удовлетворять условиям сохранения потока для всех вершин за исключением истока и стока, а также ограниченности пропускной способности ребер [2]. Графовые потоковые алгоритмы позволяют исследовать достаточно большие сети. Однако эти алгоритмы не позволяют моделировать сложную структуру и логику функционирования объекта. Поэтому представление моделей сетевых устройств на их основе сильно ограничено.

Системы массового обслуживания предполагает наличие следующих элементов: источник заявок, входной поток заявок, обслуживающее устройство, очередь и выходной поток заявок. Под заявкой понимается некоторый абстрактный объект, который может соответствовать человеку в очереди, детали на станке, либо пакету данных в очереди маршрутизатора. Для оценки результатов работы СМО выделяют ряд показателей: вероятность обслуживания заявки, вероятность отказа в обслуживание, пропускная способность СМО, среднее время занятости каждого канала, вероятность занятости всех каналов, вероятность простоя отдельного канала и всей СМО, среднее количество заявок в очереди, среднее время ожидания и обслуживания заявок и другие. При построении модели некоторой системы на базе СМО может быть поставлена задача минимизации или максимизации некоторого показателя [3]. Системы массового обслуживания позволяют моделировать работу множества однотипных устройств, отличающихся только временем обработки запросов, при этом для исследуемого объекта могут быть заданы только заранее оговоренные параметры, а оценка качества работы проводиться по ограниченному набору показателей.

Сетью массового обслуживания (СеМО) называется совокупность узлов, каждый из которых представлен в виде некоторой СМО. Для задания СеМО необходимо определить параметры источника заявок, структуру связей узлов, вероятности переходов заявок между узлами сети, параметры узлов (параметры конкретных СМО). Для оценки качества функционирования СеМО, как совокупности узлов выделяют следующие сетевые характеристики: среднее число заявок, обслуживаемых сетью, среднее число занятых каналов, число заявок ожидающих обслуживания во всех узлах сети, общее число заявок, находящихся в сети, суммарное время ожидания заявки в сети, суммарное

время пребывания заявки в сети. В СеМО в качестве узлов могут использоваться специальные элементы, расширяющие возможности моделирования аппарата СеМО [3]. В частности таким элементами могут быть узлы, моделирующие работу запоминающих устройств, с ограниченным объемом памяти, узлы маршрутизации, управляющие движением заявок по СеМО. СеМО с дополнительными элементами называются стохастическими сетями. Стохастические сети позволяют строить модели, которые в большей степени соответствуют реальным объектам, за счет введения дополнительных узлов и заданию конфигурации связей. СеМО могут быть использованы для построения модели сети АСУП. В модели на базе СеМО могут быть выделены различные элементы, отвечающие за выполнение тех или иных операций. При этом может быть построена достаточно сложная система связей между узлами СеМО. В модель на базе СеМО могут быть внесены дополнительные элементы и связи, что позволяет оценить возможности масштабирования сети.

Математический аппарат сетей Петри (СП) предложен Карлом Петри в 1962 году. СП разрабатывались для моделирования дискретных, динамических систем. Исследуемая система может быть представлена в виде сети Петри. Анализ СП позволяет получить важную информацию о структуре и динамических свойствах моделируемой системы. Ординарная СП представляет собой двудольный ориентированный граф, состоящий из двух непересекающихся подмножеств вершин, позиций и переходов. Формально СП может быть представлена в виде наборе $N = \{P, T, F, W, M_0\}$, где (P, T, F) — конечная сеть, $T = \{t_1, t_2, ..., t_n\}$ – подмножество вершин, называющихся переходами, $P = \{p_1, p_2, ..., p_m\}$ – подмножество вершин, называющихся позициями, множество $X = P \cup T$ конечно, $P \cap T = \varnothing$. Функция $W : F \to N \setminus \{0\}$ - называется кратностью дуг, функция $M_0 : P \to N$ - называется начальной разметкой [4].

Асинхронность функционирования является фундаментальным аспектом СП. СП может служить для отображения и анализа причинно-следственных связей существующих в реальной системе. Функционирование СП происходит в дискретные моменты времени. В каждый момент времени СП находится в некотором состоянии, которое полностью определяется её текущей маркировкой. Переход из одного состояния в другое осуществляется посредствам запуска разрешенных переходов. В классических СП переходы срабатывают мгновенно, т.е. имеет нулевое время срабатывания, некоторые расширения СП предполагают задание времени срабатывания переходам, это может быть необходимо для моделирования систем, в которых время играет ключевую роль, например систем реального времени. Порядок срабатывания разрешенных переходов является случайным. Часто в СП позиции рассматри-

вают как условия, а переходы - как события. Так наличие маркера в определенной позиции говорит о том, что выполнено некоторое условие. Для срабатывания перехода необходимо, чтобы все входные позиции содержали количество маркеров большее или равное кратности дуги соединяющей данный переход с позицией.

Модель на базе СП может иметь сложную иерархическую структуру. Это позволяет абстрагироваться от знания внутреннего устройства модели. Каждый элемент в структуре модели может представлять различные предметные области. СП допускают одновременный анализ всех аспектов работы модели, имеет широкий аналитический аппарат и прозрачные способы оценки функционирования моделей. СП позволяют моделировать сложные объекты, а также их взаимодействие. Модели на базе аппарата СП допускают возможность масштабирования, за счет добавления новых подмоделей, а также за счет усложнения формата меток и логики функционирования переходов.

Как мы видим, все описанные выше математические аппараты могут быть применены к задаче моделирования ЛВС. Также все описанные аппараты хорошо проработаны в литературе, и все описанные подходы могут быть применены еще на этапе проектирования новой ЛВС или при разработке проекта модернизации действующей ЛВС.

Наиболее перспективным направлением является использование математического аппарата СП, т.к. данный математический аппарат позволяет легко вводить в модель дополнительные расширения для представления таких сущностей как приоритет трафика, временные задержки в работе отдельных элементов сетевого оборудования, а также гибко настраивать логику функционирования всей модели.

Литература

1. Олифер В. Г., Олифер Н. А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: учебник для вузов.- 3-е изд. – СПб.: Питер, 2008. – 958 с.: ил.

2. Форд Л., Фалкерсон Д. Потоки в сетях. – М.: Мир, 1966. - 276 с

3. Дьяконов В., Круглов В. Математические пакеты расширения MATLAB. Специальный справочник. — СПб.: Питер. 2001. — 480 с.: ил.

4. Питерсон Д, Теория сетей Петри и моделирование систем/Д. Питерсон. - М.: Мир, 1984. - 263 с.

НЕЙРОННЫЕ СЕТИ ПЕТРИ

А.В. Улитин
Научный руководитель ***А.А. Суконщиков****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Сети Петри – эффективный инструмент исследования систем [1]. В настоящее время сети Петри применяются в основном в моделировании. Манипулируя моделью системы, можно получить новые знания о ней, избегая опасности, дороговизны или неудобства анализа самой реальной системы.

Моделирование в сетях Петри осуществляется на событийном уровне. Определяется, какие действия происходят в системе, какие состояния предшествовали этим действиям и какие состояния примет система после выполнения действия. Выполнение событийной модели в сетях Петри описывает поведение системы. Анализ результатов выполнения может сказать о том, в каких состояниях пребывала или не пребывала система, какие состояния в принципе не достижимы.

При использовании специальных языков моделирования для создания имитационной модели разработчик должен быть специалистом в области программирования и хорошо знать соответствующий язык моделирования. Это требование является препятствием для расширения круга разрабатываемых программных имитационных моделей. При программировании на языках GPSS, SMPL структура модели явным образом не отражается, а оказывается погруженной в моделирующую программу. Это усложняет анализ и модификацию модели, разработанная модель чаще всего оказывается пригодной для узкого класса моделирующих систем. Целесообразнее представлять модель не как процесс или совокупность процессов, а как некоторые структуры данных. Эту возможность предоставляет аппарат сетей Петри. Кроме того, важным преимуществом сетей Петри перед другими способами представления имитационной модели является удобство программирования на ЭВМ, простота понимания на инженерном уровне и быстрота чтения графических образов. Это упрощает анализ модели, моделирующие программы на базе сетей Петри могут быть применены для широкого класса моделирующих систем. Сети Петри отражают логическую последовательность событий, позволяют также проследить потоки информации, отражают взаимодействие параллельных процессов.

Нейронная сеть Петри позволяет расширить возможности применения аппарата сетей Петри, позволяя применять его для систем разделения общих ресурсов, контрольно-пропускных и защитных систем, для решения задач

взаимного исключения, при построении модели, используемой при диагностике устройств управления, а также для многих других задач и систем.

В последние десятилетия в мире бурно развивается новая прикладная область математики, специализирующаяся на искусственных нейронных сетях. Актуальность исследований в этом направлении подтверждается массой различных применений нейронных сетей. Это автоматизация процессов распознавания образов, адаптивное управление, аппроксимация функционалов, прогнозирование, создание экспертных систем, организация ассоциативной памяти и многие другие приложения. С помощью нейронных сетей можно, например, предсказывать показатели биржевого рынка, выполнять распознавание оптических или звуковых сигналов, создавать самообучающиеся системы, способные управлять автомашиной при парковке или синтезировать речь по тексту.

Основу каждой нейронной сети составляют относительно простые, однотипные, элементы (ячейки), имитирующие работу нейронов мозга. Далее под нейроном будет подразумеваться искусственный нейрон, то есть ячейка нейронной сети. Каждый нейрон характеризуется своим текущим состоянием по аналогии с нервными клетками головного мозга, которые могут быть возбуждены или заторможены. Он обладает группой синапсов – однонаправленных входных связей, соединенных с выходами других нейронов, а также имеет аксон – выходную связь данного нейрона, с которой сигнал (возбуждения или торможения) поступает на синапсы следующих нейронов. Каждый синапс характеризуется величиной синаптической связи или ее весом w. Каждый входной сигнал умножается на соответствующий вес связи- аналог эффективности синапса. Вес связи являются скалярной величиной, положительной - для возбуждающих и отрицательной - для тормозящих связей. Текущее состояние нейрона определяется как взвешенная сумма его входов. Выход нейрона есть функция его состояния.

Конкретный вид выполняемого сетью преобразования информации обусловливается не только характеристиками нейроподобных элементов, но и особенностями ее архитектуры, т. е. той или иной топологией межнейронных связей, выбором определенных подмножеств нейроподобных элементов для ввода и вывода информации, наличием или отсутствием конкуренции, направлением и способами управления и синхронизации информационных потоков между нейронами и т. д

Возвращаясь к общим чертам всех нейронных сетей, следует отметить присущий им принцип параллельной обработки сигналов [2,3], который достигается путем объединения большого числа нейронов в так называемые слои и соединения определенным образом нейронов различных слоев, а также в некоторых конфигурациях, и нейронов одного слоя между собой, причем

обработка взаимодействия всех нейронов ведется послойно. В такой модели нейрона пренебрегают некоторыми характеристиками биологического прототипа. Несмотря на это нейронные сети, построенные на основе таких простых нейроподобных элементов, демонстрируют ассоциативные свойства, напоминающие свойства биологических систем.

Графическим изображением нейронной сети Петри является двудольный граф с двумя типами вершин [4]. Одни вершины изображаются кружочками и называются позициями, другие вершины изображаются отрезками прямой и называются переходами. Ориентированные дуги двух цветов соответствуют функциям следования и предшествования переходов и позиций. Причем нейронная сеть Петри построена таким образом, что переход не может быть связан напрямую с другим переходом, а позиция не может быть связана напрямую с другой позицией.

Нейронная позиция имеет только одну выходную дугу, направленную к переходу и множество входных. Нейронный переход может иметь только одну выходную позицию, т. е. только одну выходную дугу.

В модели нейронной сети метка (динамический элемент сети Петри, который способен размещаться в позициях и перемещаться по сети) представляет постсинаптический потенциал [5]. Поскольку постсинаптический потенциал (ПСП) может быть тормозящим или возбуждающим, метки разделены на два класса. Возбуждающему ПСП (положительный потенциал) соответствует цвет a, тормозящему - цвет b. Таким образом, каждая метка нейронной сети Петри раскрашена в свой цвет. Каждой метке в сети соответствует потенциал q (он также интерпретируется как «время жизни метки»). При появлении метки в позиции ей присваивается потенциал q; по истечении каждой единицы модельного времени величина q уменьшается на единицу. Это уменьшение демонстрирует ослабление ПСП после начального стимулирования нейрона. Цвет метки определяется цветом выходной дуги перехода, по которой она перемещается в выходную позицию. Тело нейрона соответствует позиции; таким образом, множество позиций P соответствует множеству нейронов. Каждый нейрон обладает своим собственным мембранным потенциалом; в нейронной сети Петри мембранный потенциал представлен переходом.

Каждый переход, связанный с нейронной позицией, может иметь только одну входную позицию и множество выходных позиций, а нейронный переход может иметь множество входных позиций и только одну выходную позицию. Выходные дуги, связывающие переходы с выходными позициями, задают аксоны нейрона, представленного входной позицией перехода. Для отражения того факта, что аксон передает возбуждающий или тормозящий ПСП на синапс, выходной дуге перехода присвоен цвет, указывающий на то, с ка-

ким потенциалом (положительным - цвет a или с отрицательным - цвет b) метка будет передана в выходную позицию.

Для активизации перехода необходимо, чтобы потенциал входной позиции достиг определенной величины. В результате срабатывания перехода в каждой из его выходных позиций появляется метка (или в случае нейронного перехода в единственной выходной позиции появляется метка). Каждая метка при этом приобретает потенциал, соответствующий цвету выходной дуги перехода. В процессе функционирования нейроподобной сети для каждой нейронной позиции и нейронного перехода вычисляется функция суммарного потенциала.

Самым важным свойством нейронной сети является ее способность обучаться на основе данных окружающей среды и в результате обучения повышать свою производительность. Обучение происходит посредством интерактивного процесса корректировки синаптических весов и порогов. В идеальной случае нейронная сеть получает знания на каждой итерации процесса обучения.

Нейронные сети являются хорошим средством для создания программных комплексов имитационного моделирования вычислительных сетей. При оптимизации сетей во многих случаях предпочтительным оказывается использование имитационного моделирования. Такие модели представляют собой компьютерную программу, которая шаг за шагом воспроизводит события, происходящие в реальной системе. При имитационном моделировании сети не требуется приобретать дорогостоящее оборудование - его работы имитируется программами, достаточно точно воспроизводящими все основные особенности и параметры такого оборудования. Нейронные сети Петри позволяют воспроизвести процессы, происходящие в вычислительных сетях, такие как генерации сообщений приложениями, разбиение сообщений на пакеты и кадры определенных протоколов, задержки, связанные с обработкой сообщений, пакетов и кадров внутри операционной системы, процесс получения доступа компьютером к разделяемой сетевой среде, процесс обработки поступающих пакетов маршрутизатором и т.д. Поэтому искусственные нейронные сети – перспективная область исследований.

Литература

1. Питерсон, Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем / Дж. Питерсон. – М.: Мир, 1984. – 168 с.

2. Устинова, Г. М. Информационные системы менеджмента: Основные аналит. технологии в поддержке принятия решений: учеб. пособие / Г. М. Устинова. – СПб.: DiaSoftUP, 2000. – 357 с.

3. Известия вузов. Приборостроение. Тематический выпуск "Методы анализа и синтеза нейронных сетей" / под ред. Ю. И. Борисова. – Т.37.- № 3-4.- 1994. – 79 с.

4. Известия вузов. Приборостроение. Тематический выпуск "Методы анализа и синтеза нейронных сетей" / под ред. М. Ф. Яфракова. – Т. 38.- № 1-2.- 1995. – 84 с.

5. Клепиков, В. И. Нейроподобные сети Петри в задачах логического и интеллектуального управления / В. И. Клепиков //Непрерывно-логические и нейронные сети и модели: Труды международной научно-технической конференции, 23-25 мая, Ульяновск, 1995. – Т.1. – С. 65-66.

ОПТИМИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В ВУЗЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Е.Л. Хрянин
Научный руководитель ***А.Н. Швецов****, д-р техн. наук, профессор*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Образовательная деятельность в вузах России в последние десятилетия характеризуется ускоренным развитием и широким внедрением электронных технологий обучения, включающих использование сети Интернет, учебно-методических мультимедиа-материалов, удаленных лабораторных практикумов и других электронных ресурсов учебного назначения. Вузы, на уровне государственных нормативно-правовых документов, получили возможность строить свою деятельность по организации учебного процесса с применением дистанционных образовательных технологий (ДОТ) [1].

Оптимизация учебного процесса происходит сразу по нескольким направлениям: с одной стороны, создание удобной для студентов формы подачи основного и дополнительно материала, а с другой, увеличение количества обучающихся и качества образования, при неизменном количестве ППС.

Д.А. Медведев 28 февраля 2012 года подписал закон 11-ФЗ «О дистанционном образовании», который дополняет закон «Об образовании» понятиями электронных форм обучения. «При реализации образовательных программ независимо от форм получения образования могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии» [2].

В связи с этим, в филиале Санкт-Петербургского государственного экономического университета в г. Вологде в 2012 году было принято решение о внедрении системы дистанционного обучения (СДО) для обеспечения по-

требностей вуза (на момент постановки задания вуз еще не был переименован и назывался СПбГИЭУ, ИНЖЭКОН). Были выставлены следующие требования к системе:

1. Минимальная стоимость внедрения.
2. Расширяемость – возможность подключения дополнительных модулей.
3. Низкие требования к оборудованию.
4. Доступность системы для пользователя:
   - доступ через сеть интернет,
   - для просмотра веб-портала достаточно современного браузера,
   - интуитивно-понятный интерфейс.
5. Авторизованный доступ для пользователя.
6. Поддержка популярных текстовых форматов.
7. Низкая стоимость обслуживания.

С учетом вышеперечисленных требований были рассмотрены (табл. 1) варианты внедрения как сторонних программных продуктов, так и разработка собственной системы.

Таблица 1

Сравнение популярных образовательных CMS

СДО	Moodle	ILIAS	JoomlaLMS	Собственная разработка
Стоимость внедрения	+	+	–	+
Расширяемость	+	–	–	+
Требования к оборудованию	–	–	+	+
Доступность	+	+	+	+
Авторизация	+	+	+	+
Текстовые форматы	+	+	+	+
Стоимость обслуживания	–	–	–	+
Итого	5	4	4	7

Из рассмотренных существующих систем дистанционного обучения, лучшим вариантом видится система Moodle. Она наиболее гибкая и дешевая в обслуживании. Но её медлительность и требовательность к оборудованию перечеркивает её достоинства, т.к. для обеспечения качественной её работы требуется закупка мощного сервера.

Рассматриваемые варианты при эквивалентных функциональных характеристиках различаются единовременными и эксплуатационными затратами. В связи с этим рассчитаем критерии минимума годовых затрат.

Для систем Moodle и ILIAS будет требоваться предварительная закупка сервера, что изначально включено в единовременные расходы. Для собствен-

ной разработки в качестве годовых расходов заложено 10% от заработной платы сотрудника, её обслуживающего. На момент исследования заработная плата составляла 10 000 рублей в месяц. Для систем Moodle и ILIAS взяты минимальные предложения из проведенного исследования.

Формула для расчета:

$$П = C + E \times K \text{ [руб./год]},$$

где С – годовые эксплуатационные затраты, руб./год;

К – единовременные затраты, связанные с созданием и внедрением варианта информатизации, руб.;

Е – норма прибыли (информативная прибыльность), характеризующая отдачу от капиталовложений в соответствующей отрасли экономики, 1/год.

Расчеты представлены в таблице 2.

Таблица 2

Сравнение планируемых годовых затрат

	Moodle	ILIAS	JoomlaLMS	СДО собственной разработки
С (руб./год)	54 000	122 400	30 225	12 000
К (руб)	150 000	150 000	40 300	120 000
Е (1/год)	10%			
П (руб)	69 000	137 400	34 225	24 000

Самой дешевой в годовом обслуживании получилась система собственной разработки. После сравнительного анализа систем и результатов оценки годовых затрат на использование системы дистанционного обучения было принято решение, что оптимальным вариантом является разработка собственной СДО.

В качестве платформы разработки были выбраны бесплатные и общедоступные средства: веб-сервер Apache, язык программирования PHP, языки разметки HTML5 и возможности оформления CSS3.

Разрабатываемая система состоит из следующих модулей, представленных на рисунке:

1. Модуль «Учебные курсы», включает в себя темы и лекционный материал, вопросы по данным лекциям, из которых формируются тесты по темам, и контрольные работы.
2. Модуль «Администрирование» – управляет правами доступа пользователей, а также справочниками, используемыми для работы системы,

3. Модуль «Статистика». Собирает информацию об активности пользователей системы, и обо всех процессах, происходящих в ней. Дает возможность отследить как работу самой системы (самотестирование), так и оценить работу отдельных пользователей.

Основные положительные аспекты получившейся СДО:

1. Система является кроссплатформенной. Для просмотра веб-портала требуется только современный браузер.
2. Студент может работать с системой, где ему удобно, и когда ему удобно – система работает и доступна круглосуточно.
3. Система с помощью электронной почты оповещает студентов о появлении новой контрольной работы, и других событиях.
4. Студент сможет видеть только те дисциплины, которые ему открыл преподаватель.
5. Удобство для преподавателей – все результаты работы студентов доступны для проверки через интернет.
6. Филиал может принимать на обучение студентов-инвалидов, с проблемами передвижения, для которых посещение ВУЗа является сложным процессом.

Нельзя не отметить и экономический фактор введения дистанционного обучения. Подобная система позволит филиалу:

1. Упразднить должность специалиста по приему контрольных работ.
2. Система позволяет снизить затраты на обучение для иногородних студентов (обучение осуществляется дистанционно).
3. Сокращение временных затрат преподавателей на обучение студентов.
4. Использование СДО позволит избежать единовременных затрат на оборудование помещений пандусами и специальными лестничными лифтами, и начать полноценное обучение людей с ограниченными возможностями уже сейчас.

Рис. Модули системы дистанционного обучения

В настоящее время система функционирует в филиале. В дальнейшем планируется модификация системы с целью её интеллектуализации. Интеллектуализация позволит системе строить индивидуальные курсы для каждого студента. Построение индивидуальных курсов будет осуществляется с учетом предварительного уровня знаний студентов. Таким образом интеллектуализация позволит уменьшить время затрачиваемое преподавателем на одного слушателя, что еще больше увеличит экономический эффект от её использования.

Литература

1. Статья «Оптимизация учебного процесса в вузе на основе электронных информационно-образовательных технологий», на сайте «Электронный научно-педагогический журнал».

Режим доступа: http://www.emissia.org/offline/2006/1028.htm

2. Статья «Медведев подписал закон о дистанционном образовании» на сайте «РИА Новости». Режим доступа: http://ria.ru/edu_news /20120229 /580355607.html

РАСЧЕТ ГРОЗОВЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ В ПРОГРАММЕ EMTP

Н.В. Шадрин
Научный руководитель ***С.Л. Шишигин****, д-р техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В процессе эксплуатации изоляция оборудования подстанции подвергается воздействию рабочего напряжения, а также коммутационным и более мощным грозовым перенапряжениям. Последние возникают при ударах молнии непосредственно в подстанцию (ПС), а также при поражениях воздушных линий (ВЛ). Защита оборудования ПС от прямых ударов молнии обеспечивается системой стержневых и тросовых молниеотводов. Защита ПС от набегающих с ВЛ волн грозовых перенапряжений обеспечивается ограничителями перенапряжения (ОПН).

Для расчетов грозовых перенапряжений на оборудовании ПС во всем мире используется известный канадско-американский программный комплекс EMTP (Electromagnetic Transients Program). Программа EMTP позволяет рассчитать грозовое перенапряжение на оборудование ПС путем моделирования переходного процесса, возникающего при ударе молнии. Компьютерная модель для расчета грозовых перенапряжений состоит из модели открытого распределительного устройства (ОРУ) ПС и моделей присоединенных ВЛ.

Моделирование реальной схемы ПС и ВЛ в программе EMTP осуществляется с учетом определенных правил:

- Трансформаторы и другие высоковольтные аппараты заменяются их входными емкостями [1];
- Ошиновка подстанции моделируется как симметричный RLC П-четырехполюсник;
- Ограничитель перенапряжения моделируется нелинейным сопротивлением с заданной вольтамперной характеристикой;
- Опоры ВЛ и металлоконструкции, на которые устанавливается оборудование, моделируются сосредоточенными индуктивностями, величины которых определены в соответствии с их геометрией и погонной индуктивностью [1];
- Опоры заземляются через активное сопротивление, моделирующее заземляющее устройство.

Импульс тока молнии моделируется биэкспонентой [1]:

$$i(t) = I / m \cdot \left(e^{-\alpha \cdot t} - e^{-\beta \cdot t} \right),$$

где m, α, β - заданные коэффициенты.

Допустимое воздействие грозового перенапряжения для изоляции оборудования определяется по формуле[1]:

$$U_{доп} = 1{,}1 \cdot (U_{п.н} - 0{,}5 \cdot U_{ном}),$$

где $U_{п.н}$ - амплитуда испытательного напряжения полной волны, кВ [1], $U_{ном}$ – номинальное напряжение сети, кВ.

В качестве примера расчета грозовых перенапряжений возьмем ПС 110 кВ, выполненную по типовой схеме. Схема открытого распределительного устройства 110 кВ представлена на рис. 1.

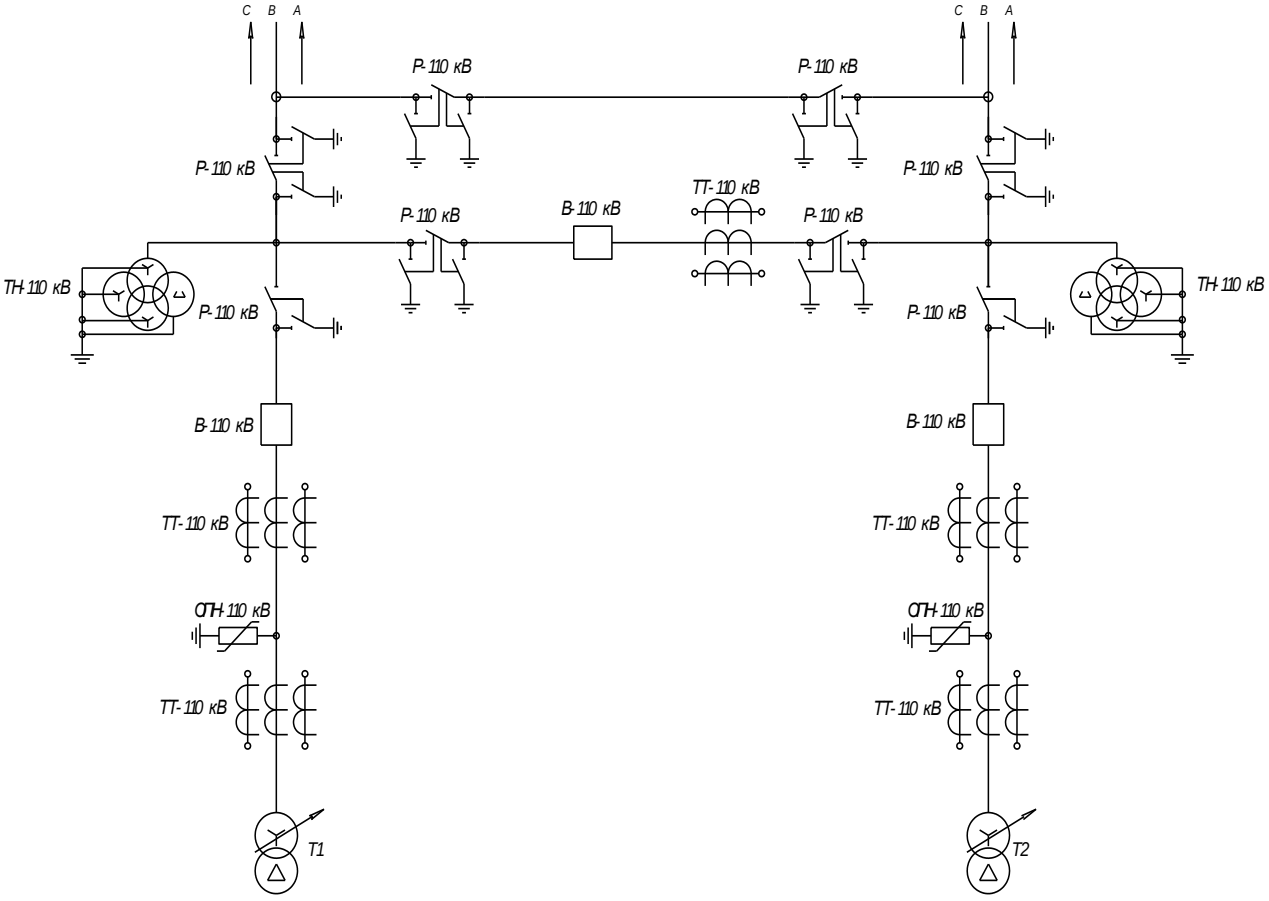


Рис. 1. Схема ОРУ ПС 110 кВ

Главной причиной опасных грозовых волн ВЛ 110 кВ являются обратные перекрытия при ударах молнии в тросы и опоры. При воздействии набегающих с ВЛ волн перенапряжений схема РУ ведет себя, как сложный колебательный контур, в котором подстанционное оборудование участвует своими входными емкостями, а ошиновка – отрезками длинной линии с распределенными параметрами. Предположим, что молния ударяет в концевую опору. Составленная с учетом указанных выше правил, расчетная схема для программы EMTP представлена на рис. 2.

Рассмотрим два варианта расчета грозовых перенапряжений для данной схемы ПС 110 кВ с учетом разного удельного сопротивления грунта. В первом случае заземление опор присоединенных ВЛ на подходах к РУ не более 10 Ом, а во втором случае сопротивление заземления превышает 10 Ом.

На рис. 3-4 приведены расчетные осциллограммы перенапряжений на стороне 110 кВ силового трансформатора Т1 и трансформатора напряжения ячейки силового трансформатора Т1 при сопротивлении заземления опор не превышающего 10 Ом.

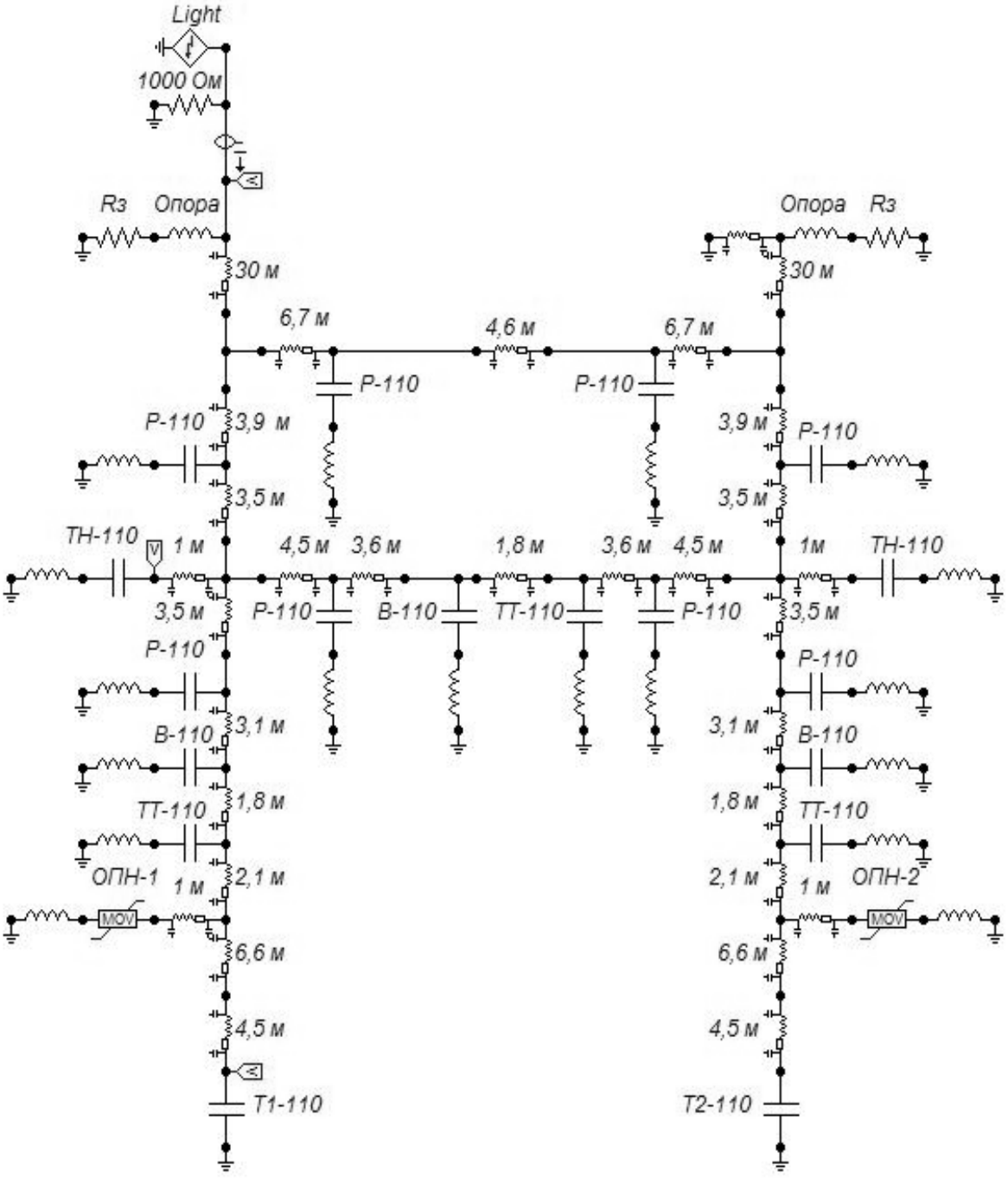


Рис. 2. Расчетная схема ПС 110 кВ для программы ЕМТР

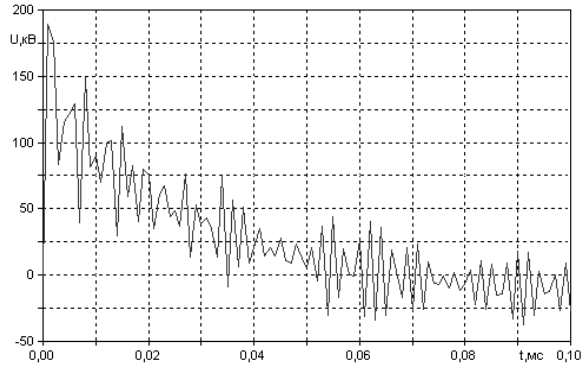


Рис. 3. Перенапряжения на силовом трансформаторе Т1

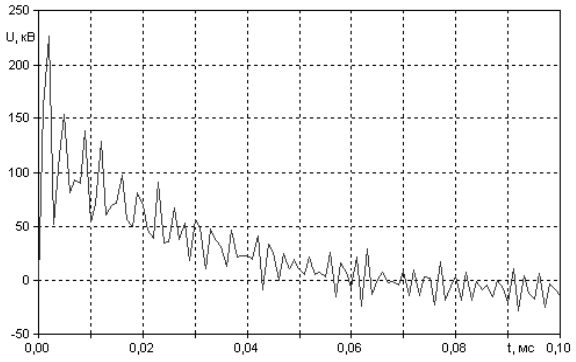


Рис. 4. Перенапряжения на ТН-110 кВ

Данные расчетные осциллограммы показывают, что перенапряжения на оборудовании не превышают допустимого значения рассчитанного для данного типа оборудования. Следовательно, при таком значении сопротивления заземления опор ОПН защищает оборудование от грозового перенапряжения.

На рис. 5-6 приведены расчетные осциллограммы перенапряжений на стороне 110 кВ силового трансформатора Т1 и трансформатора напряжения ячейки силового трансформатора Т1 при сопротивлении заземления опор превышающего 10 Ом.

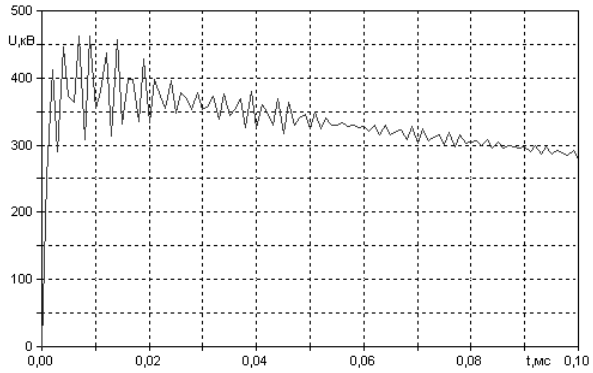


Рис. 5. Перенапряжения на силовом трансформаторе Т1

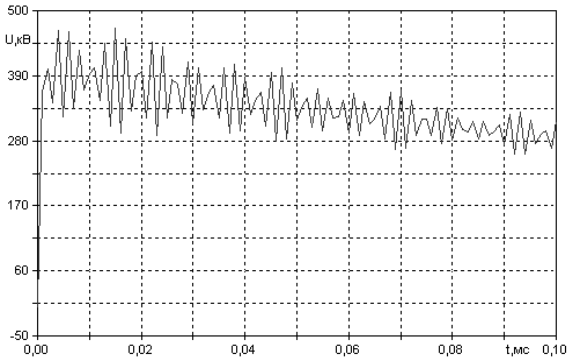


Рис. 6. Перенапряжения на ТН-110 кВ

Данные расчетные осциллограммы показывают, что перенапряжения на оборудовании превышают допустимые значения для данного типа оборудования. Следовательно, при таком значении сопротивления заземления опор ОПН не защищает оборудование от грозового перенапряжения. Решить данную задачу можно путем установки в линейную ячейку еще одного ограничителя перенапряжения – непосредственно у ТН. Схема, в которой установлены два ОПН последовательно (один – в линейной ячейке, второй – у трансформатора) называется «каскадной».

На рис. 7-8 приведены расчетные осциллограммы перенапряжений на стороне 110 кВ силового трансформатора Т1 и трансформатора напряжения ячейки силового трансформатора Т1 при «каскадной» схеме установки ОПН.

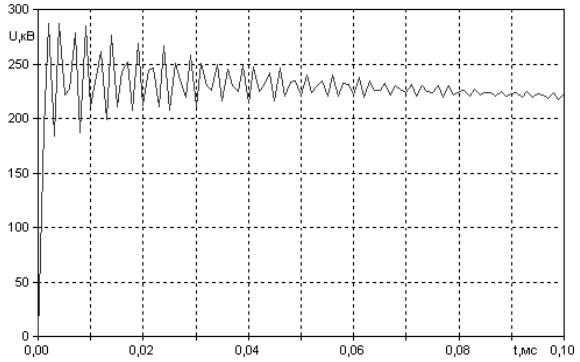


Рис. 7. Перенапряжения на силовом трансформаторе Т1

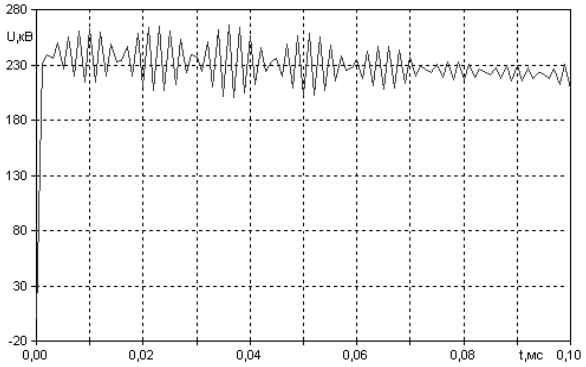


Рис. 8. Перенапряжения на ТН-110 кВ

Данные расчетные осциллограммы показывают, что при применении «каскадной» схемы установки ОПН перенапряжения на оборудовании не превышают допустимого значения, рассчитанного для данного типа оборудования.

Согласно проведенным расчетам в программе ЕМТР для одной и той же схемы ПС 110 кВ, было установлено, что при большом сопротивлении заземляющего устройства опор присоединенных ВЛ на подходах к РУ изоляция оборудования ПС подвергается грозовым перенапряжениям превышающим допустимые значения. Предложенная «каскадная» схема установки ОПН решает эту проблему.

Литература

1. РД 153-34.3-35.125-99. Руководство по защите электрических сетей 6-1150 кВ от грозовых и внутренних перенанряжений / под научной ред. Н.Н.Тиходеева. –2-е изд. –СПб: ПЭИПК Минтопэнерго РФ, 1999. –355 с.

УСКОРЕНИЕ ВЫЧИСЛЕНИЙ В ЗАДАЧАХ РАСЧЕТА ЗАЗЕМЛИТЕЛЕЙ

Д.С. Шишигин
Научный руководитель ***С.Л. Шишигин****, д-р техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Заземляющее устройство (ЗУ), состоящее из заземлителя и всех подключенных к нему проводников в воздухе, предназначено для растекания токов молнии, короткого замыкания, импульсных помех в землю. Расчет ЗУ – трудоемкая задача с численным решением. Быстродействие компьютерной программы – один из основных критериев, определяющих ее конкурентоспособность, косвенный признак эффективности заложенных в неё алгоритмов. В данной работе рассматриваются методы и средства повышения производительности вычислений в программе ZYM.

При численных расчетах ЗУ дробится на элементы (короткие стержни), число которых составляет тысячи, десятки тысяч для современных подстанций. Все элементы связаны между собой гальваническими (через землю) и электромагнитными связями. Каждый элемент моделируется П–четырехполюсником с RLC элементами, поэтому математической моделью ЗУ является цепная схема замещения, а параметры ЗУ представлены квадратными, полностью заполненными матрицами сопротивлений растеканию **R**, индуктивностей **M**, и емкостей **C** [1]. Расчет напряжений и токов в этой схеме производится методами теории электрических цепей. При найденных токах электромагнитное поле ЗУ рассчитывается методами теории антенн. Проблема в том, что эти расчеты, включающие операции умножения, обращения действительных и комплексных матриц, очень трудоемки. Таких операций может быть много. Действия с комплексными числами увеличивают время в 4 раза, поэтому существующие программы расчета ЗУ вынуждены ограничивать размерность задач, либо проводить расчеты без учета взаимных параметров.

Алгоритмическая оптимизация кода – один из основных способов повышения производительности. Согласно [2] 50% времени счета связаны с 4% кода, поэтому именно эти «узкие» места следует найти для оптимизации. В решаемой задаче это расчет коэффициентов матрицы и операции с матрицами. При N=10000 требуется вычислить $3 \cdot 10^8$ коэффициентов массивов **R**,**M**,**C**, поэтому, следуя рекомендациям [2], можно повысить быстродействие.

Идеи по оптимизации кода матричных операций находим в тексте программ математического пакета *Alglib* (распространяется свободно). Например, если вместо привычного (по учебникам математики) алгоритма умножения матриц

(рис.1а) применить алгоритм (рис.1б), где вычисления индексов двумерных матриц заменены действиями с указателями, то быстродействие возрастает в 7 раз (зависит от компьютера, языка программирования и т.д.), что существенно.

```
//A[N,L]*B[L,M]=C[N,M]
for i:=0 to N do
  for j:=0 to M do
  begin
    v:=0;
    for k:=0 to L do
      v:=v+A[i,k]*B[k,j];
    C[i,j]:=v;
  end;
```

Рис.1а. Стандартный код программы перемножения матриц

```
for i:=0 to N do
  for j:=0 to L do
  begin
    pC:=@C[i][0]; pB:=@B[j][0]; v:=A[i,j];
    for k:=0 to M do
    begin
      pC^:=pC^+v*pB^; Inc(pC); Inc(pB);
    end;
  end;
```

Рис.1б. Оптимизированный код программы перемножения матриц (пакет Alglib)

Заметим, однако, что алгоритмическая оптимизация обычно идет в ущерб простоте и читабельности кода и может привести к отрицательным результатам. В [2] отмечено, что применение оптимизирующего компилятора для простого кода может дать бóльший эффект, чем «хитрая» оптимизация циклов, после которой компилятор бессилен ускорить вычисления.

Для решения задач линейной алгебры используются специализированные математические пакеты. К их числу относится коммерческая библиотека *Intel Math Kernel Library* (далее *Intel MKL*), которая предназначена для математических расчетов с высокой производительностью. В состав *Intel MKL* входят программы для работы с матрицами, быстрое преобразование Фурье, векторная математическая и статистические библиотеки, функции расширенной точности, программы для решения дифференциальных уравнений и методы оптимизации. Пользователи популярных математических пакетов, таких как Mathcad и Matlab вряд ли знают, что высокому быстродействию матричных операций они обязаны *Intel MKL*.

Данный пакет может быть подключен к собственной программе как любая динамическая библиотека. Рекомендуемые языки программирования – FORTRAN, на котором и создан пакет *Intel MKL*, а также C, C++, для которых разработаны интерфейсы. Эту библиотеку можно подключить также из программы, написанной на других языках, однако это потребует от программиста дополнительных усилий.

Библиотека *Intel MKL* является потоко-безопасной, поддерживает распараллеливание и оптимизирована под многоядерные системы. Используя *Intel MKL*, разработчик может повысить производительность своего приложения за счет многопоточности и низкоуровневой оптимизации алгоритмов. Функции библиотеки оптимизированы для работы на процессорах *Intel*, однако

они конкурентоспособны и на процессорах других производителей, что делает их универсальными. Существует 32- и 64-разрядная версия *Intel MKL*.

Программирование с использованием *Intel MKL* имеет специфику. Мы уже отмечали снижение производительности из-за индексирования элементов больших двумерных массивов (рис.1). В *Intel MKL* используются только одномерные массивы, имеющие непрерывное расположение в оперативной памяти. Поэтому привычные двумерные массивы перед обращением к функциям *Intel MKL* нужно преобразовать в одномерные массивы, что требует дополнительной памяти, либо сразу записывать матрицы в одномерные массивы. Следует помнить, что, следуя правилам языка Фортран, двумерные массивы заполняются по столбцам.

Сопоставим быстродействие *Intel MKL* с аналогичным, но свободно распространяемым пакетом *Alglib* для основных матричных операций (табл.). Размерность матриц – 2000. Расчеты проведены на ноутбуке: Windows 7 64-bit, Intel Core i7 4x2.2 ГГЦ, ОЗУ 6 Гб.

Таким образом, применение *Intel MKL* существенно повышает быстродействие матричных вычислений по сравнению с пакетом *Alglib* и аналогичных. При разработке коммерческих программ с матричными операциями он, несомненно, стоит затраченных средств. Дополнительным доводом к его применению являются «рекомендации» Mathcad и Matlab. Единственное сожаление вызывает отсутствие в составе библиотеки итерационных методов линейной алгебры.

Таблица

Сравнение пакетов *Alglib* и *Intel MKL*

Операция	AlgLib	Intel MKL	Сравнение
Умножение матриц [**A**]·[**A**]	11.8 сек	0.6 сек	19 раз
Решение системы [**A**]·[**X**]=[**B**]	3.9 сек	0.3 сек	13 раз
Обращение матрицы $[\mathbf{A}]^{-1}$	28.8 сек	1.1 сек	26 раз
Решение системы [**C**]·[**X**]=[**B**] с комплексными матрицами	46 сек	0.9 сек	51 раз
Обращение комплексной матрицы $[\mathbf{C}]^{-1}$	125 сек	3.6 сек	34 раз

В качестве примера рассчитаем сопротивление заземлителя (квадратная сетка со стороной 100 м) при уменьшении размера ячейки, что приводит к увеличению числа элементарных стержней *N*. Нам необходимо рассчитать коэффициенты матрицы собственных и взаимных коэффициентов **R**, число которых равно N^2, а затем решить СЛАУ для нахождения токов элементов и сопротивления заземлителя. С увеличением *N* время счета возрастает (рис.2), но существенно медленнее, чем квадратная парабола при расчете коэффициентов и кубическая пара-

бола при решении СЛАУ, что объясняется многопоточностью вычислений и рассмотренными характеристиками *Intel MKL*.

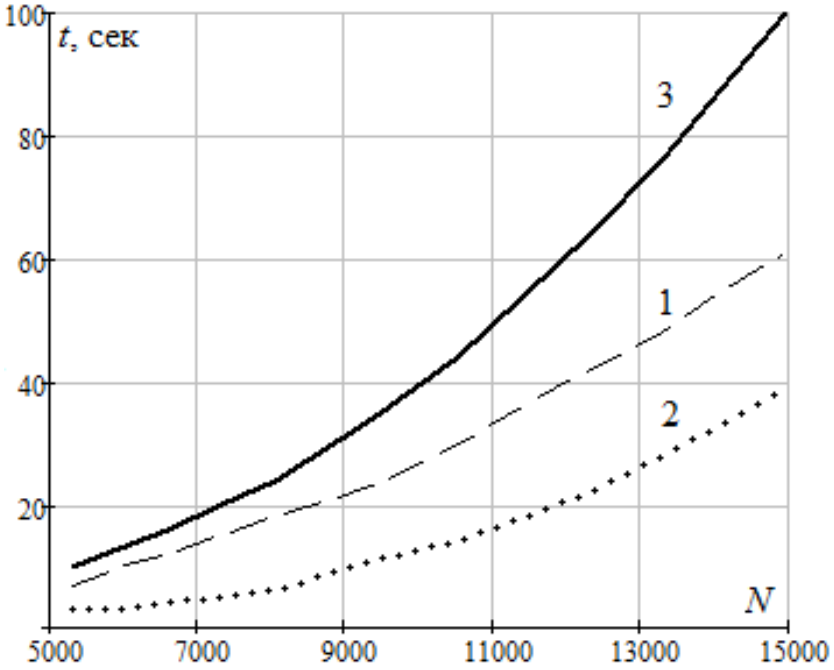


Рис. 2. Время расчета коэффициентов матрицы размерности N (1), решения системы уравнений (2), суммарное (3)

Вывод. Быстродействие компьютерной программы – один из основных критериев, определяющих ее конкурентоспособность, косвенный признак эффективности заложенных в ней алгоритмов. Существует резервы повышения быстродействия программы за счет оптимизации кода, распараллеливания алгоритмов, многопоточности вычислений. В задачах с матричными операциями большой размерности эффективным средством повышения производительности расчетов является применение математической библиотеки *Intel Math Kernel Library*.

Литература

1. Шишигин, С.Л. Расчет заземлителей: учебное пособие / С.Л. Шишигин. – Вологда: ВоГТУ, 2012. – 121 с.

2. Макконнелл, С. Совершенный код : практическое руководство по разработке программного обеспечения / С. Макконнелл; [пер. с англ.]. - М.: Русская редакция, 2014. - 896 с.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ МАНИПУЛЯТОРОМ NOKIA PUMA-560

М.А. Шушков, Н.М. Мунцева, И.М. Березин
Научный руководитель ***А.М. Водовозов****, канд. техн. наук, профессор*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

PUMA-560 – промышленный манипулятор с шестью степенями подвижности, способный выполнить самые разные движения. Звенья манипулятора соединяется друг с другом в суставах, и вращаются вокруг осей систем координат, идущих через центры суставов. На рис. 1 представлен общий вид манипулятора.

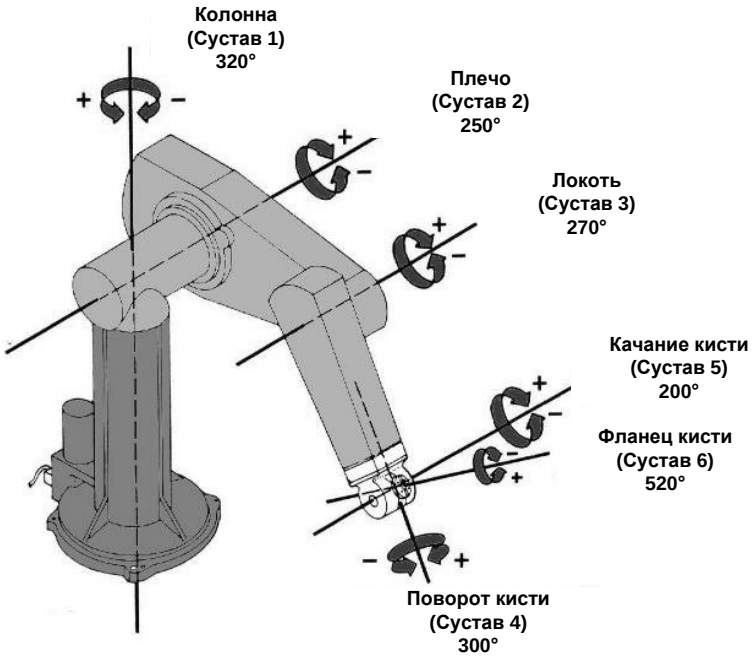


Рис. 1. Манипулятор PUMA- 560

Звенья манипулятора приводятся в движение двигателями постоянного тока с постоянными магнитами. Двигатели такого типа имеют одну обмотку якоря на роторе и постоянные магниты на статоре (без обмотки возбуждения).

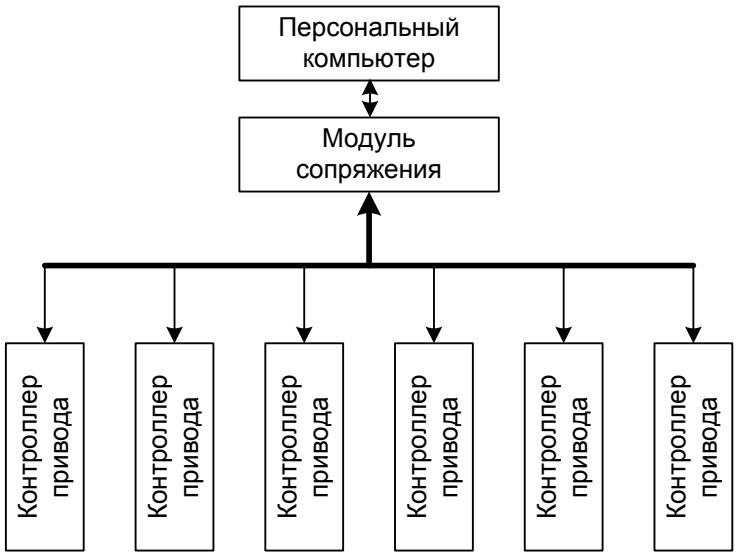


Рис. 2. Структурная схема системы управления манипулятором

Система управления манипулятором состоит из нескольких иерархически взаимосвязанный компонентов (рис. 2): контроллеры приводов звеньев манипулятора, микропроцессорная система сопряжения, а также специализированное программное обеспечение для персонального компьютера.

Каждый из шести контроллеров привода (по од-

ному на каждое звено манипулятора) представляет собой микропроцессорную систему управления двигателем постоянного тока. Контроллер привода может работать в двух режимах: управление ДПТ по положению либо по скорости.

Управление по положению необходимо для автоматической работы манипулятора по заданной программе, управление по скорости – для ручного управления звеньями манипулятора с помощью кнопок пульта управления либо с клавиатуры персонального компьютера. Для управления скоростью манипулятора используется метод широтно-импульсной модуляции, в качестве обратной связи по скорости и положению применяются инкрементальные энкодеры.

Модуль сопряжения необходим для согласования работы контроллеров приводов. В энергонезависимой памяти модуля сопряжения располагается программа перемещений в виде последовательности точек положения схвата манипулятора, заданных в обобщенных координатах звеньев. В соответствии с заданной программой модуль распределяет задания между контроллерами приводов. Связь между модулем сопряжения и контроллерами приводов осуществляется по интерфейсу RS-485 по протоколу Modbus RTU. Связь модуля сопряжения с персональным компьютером осуществляется по интерфейсу USB.

Программное обеспечение верхнего уровня должно обеспечивать возможность подготовки программ перемещений, расчет траектории движения, передачу команд на нижние уровни системы, а также отображение принимаемых параметров состояния манипулятора. Важнейшими вопросами при его разработке являются вопросы кинематики и динамики манипулятора, а также проблема планирования траектории.

Рассматривая кинематику манипулятора, необходимо решить две задачи: прямую и обратную задачи кинематики.

Для решения прямой задачи используется представление Денавита-Хартенберга. Смысл его заключается в формировании матрицы преобразования, описывающей положение системы координат каждого звена относительно системы координат предыдущего звена. Это дает возможность последовательно преобразовать координаты схвата из системы отсчета, связанной с последним звеном в координаты базовой системы отсчета.

В связи с тем, что задача управления чаще всего ставится в декартовых координатах, а собственно управление манипулятором происходит в присоединенных координатах, необходимость решения обратной задачи кинематики возникает чаще, чем прямой. Сложность решения обратной задачи заключается в неоднозначности существования правильного решения. Для манипулятора PUMA-560 существует четыре возможных решения обратной задачи кинематики для первых трех сочленений, и для каждого из этих решений существует по 2 возможных решения для последних трех сочленений. Разрешить неоднознач-

ность решения обратной задачи кинематики позволяет применение геометрического подхода, описанного в работе [1]. Авторы данного подхода вводят понятие конфигурации манипулятора, описываемой тремя индикаторами: «Рука», «Локоть» и «Запястье».

Задача планирования траектории также не имеет однозначного решения: из одной точки пространства в другую можно перемещаться по различным траекториям. Как правило, задаются два дополнительных условия по положению вблизи начальной точки траектории и вблизи конечной, которые обеспечивают безопасные направления движения в начальной и конечной точках траектории и более высокую точность управления движением. В таком случае в пространстве обобщенных координат звеньев траекторию можно интерполировать кубическими сплайнами, обеспечивающими непрерывность по скорости и ускорению, а также не представляющими особых вычислительных сложностей.

Разрабатываемая система может быть применена для изучения принципов работы промышленных манипуляторов с кинематической избыточностью.

Литература

1. Фу К. Робототехника: пер. с англ. / Фу К., Гонсалес Р., Ли К. – М.: Мир, 1989. – 624 с.: ил.
2. Зенкевич С. Л. Управление роботами. Основы управления манипуляционнами роботами: учеб. для вузов/ С.Л. Зенкевич, А.С. Ющенко. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 400с.: ил.

Секция «СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ И НА ТРАНСПОРТЕ»

ГАЗОГЕНЕРАТОР КАК НАПРАВЛЕНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

А.С. Зубакин
Научный руководитель ***В.М. Механиков****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда
А.В. Яковлева
Научный руководитель ***А.В. Палицын****, канд. техн.наук, ст. преподаватель*
Вологодская государственная молочнохозяйственная
академия им. Н.В. Верещагина
г. Вологда

Растительную биомассу в последнее время все чаще рассматривают как источник альтернативной энергетики, которая в финансовом плане может успешно конкурировать с традиционной углеводородной энергетикой, а в экологическом - превосходит ее. Примеров успешного использования растительной биомассы с целью получения тепловой и электрической энергии в мире предостаточно. Россия сейчас на этом пути делает первые робкие шаги, хотя СССР в середине XX века имел в вопросе газификации биомассы большой научный и технологический задел и был в числе лидеров [1], [2].

В данной статье рассматриваются стационарные газогенераторы, работающие совместно с ДВС электростанции, основной целью работы которых является получение электроэнергии, а побочной - тепловая энергия. При анализе материалов по газогенераторной тематике, находящихся в свободном доступе, можно выделить общие недостатки при проектировании и разработке современных газогенераторов [3]:

1. Подавляющее большинство газогенераторных установок, как транспортного так и стационарного типа, являются адаптированными для современных условий копиями газогенераторов 30-40-х годов XX века.
2. Качество получаемого генераторного газа зависит как от параметров исходного сырья (размер, влажность, плотность и т.д.), так и от режимов его производства. Все газогенераторы, их рабочие характеристики рас-

считываются из условия максимальной производительности по генераторному газу.

3. Газогенератор управляет двигателем, а не двигатель газогенератором, так как при проектировании газогенераторной установки газогенератор и двигатель рассматриваются как отдельные элементы, а не как общая система.
4. Газогенератор хорошо работает на установившемся режиме и плохо на переходных режимах (max <=> min). Оказывает негативное влияние на длительность переходного режима работы ДВС инерционность газогенератора.
5. Для удовлетворительной работы ДВС на генераторном газе требуется модернизация системы зажигания и увеличение степени сжатия двигателя.

Вышеизложенные теоретические выводы нами были полностью подтверждены экспериментами, проведенными на экспериментальной газогенераторной установке, которая состояла из экспериментального газогенератора, системы очистки и охлаждения генераторного газа и электростанции ГАБ - 8. Экспериментальный газогенератор работал по обращенному циклу газификации, а его технические и конструктивные характеристики были рассчитаны по типовой методике изложенной в литературе [4, 5, 6].

У двигателя М - 407 электростанции ГАБ - 8 степень сжатия не изменялась, а штатная контактная система зажигания была заменена электронной. На электростанции были проведены три серии опытов: на бензине марки А - 80; сжиженном природном газе (пропан-бутановая смесь) и генераторном газе, произведенном экспериментальным газогенератором. Электрогенератор равномерно нагружался активной нагрузкой (R, при Cos f=1). Для определения выходных характеристик электрогенератора при работе на различных видах топлива использовался электронный счетчик электроэнергии «МЕРКУРИЙ 230 ART».

Если по результатам опытов выходную мощность электрогенератора при работе ДВС на бензине принять за 100% (8 кВт), то мощность на сжиженном природном газе удалось довести до 80% (6,4 кВт), а на генераторном газе только до 28% (2,24 кВт) от номинальной. Оптимизация отдаваемой электрогенератором мощности в нагрузку при работе на сжиженном природном газе, осуществлялась изменением угла опережения зажигания и объема газа подаваемого в ДВС. Оптимизация отдаваемой электрогенератором мощности в нагрузку при работе на генераторном газе, осуществлялась изменением угла опережения зажигания, изменением объема газа подаваемого в ДВС и изменением качественного и фракционного состава газифицируемого твердого топлива. Температура генераторного газа на выходе из системы очистки и охлаждения не превышала 10 C^0. В экспериментах синхронная частота враще-

ния электрогенератора поддерживалась однорежимным центробежным регулятором ДВС.

На следующем этапе экспериментов определили приемистость ДВС электростанции при работе на различных видах топлива при единовременном включении номинальной нагрузки для данного вида топлива. При активной нагрузке (R, при Cos *f*=1) приемистость на бензине и сжиженном природном газе можно охарактеризовать как хорошую, а на генераторном газе ДВС «давился» нагрузкой и останавливался. При использовании в качестве нагрузки для электрогенератора трехфазного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором для бензина P_n=2,2 кВт, для сжиженного природного газа P_n=1,5 кВт и для генераторного газа P_n=0,5 кВт приемистость ДВС можно охарактеризовать как хорошую на бензине и удовлетворительную на сжиженном природном газе, а на генераторном газе ДВС «давился» нагрузкой и останавливался.

По результатам опытов с приемистостью ДВС на различных видах топлива инженером А. Н. Коротковым была предложена и в дальнейшем реализована на практике компенсационная схема управления (рис. 1). В ней для работы ДВС электростанции в качестве основного топлива использовался генераторный газ, а в качестве дополнительного (форсажного) сжиженный природный газ из баллона. По результатам повторных опытов на генераторном газе с различной нагрузкой приемистость данной схемы можно оценить как удовлетворительную.

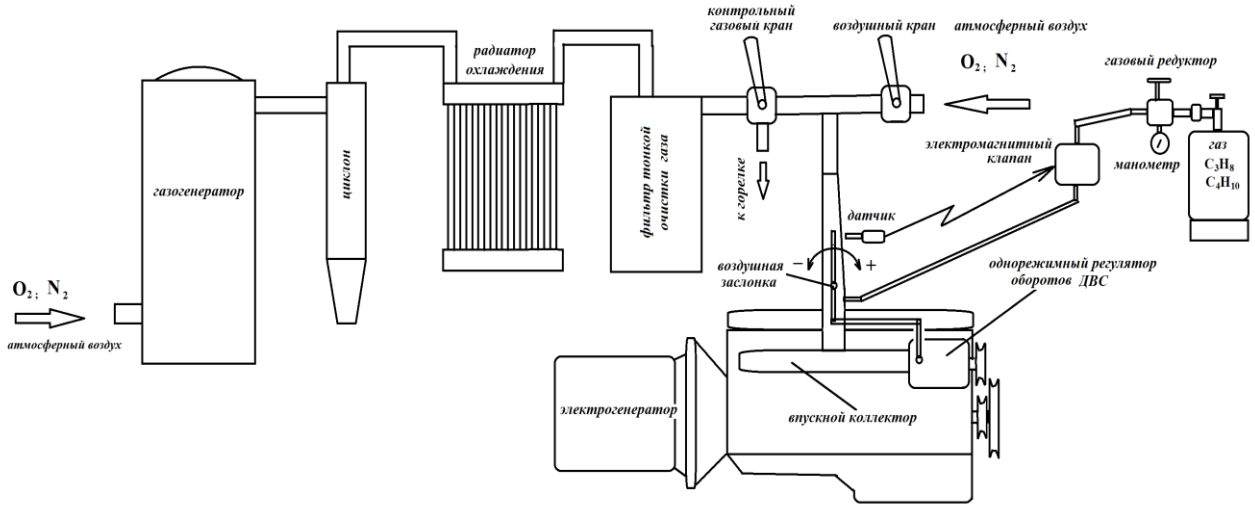


Рис. 1. Компенсационная схема управления

По результатам своих исследований, проведя поиск и анализ материалов по патентным базам данных ФГУ ФИПС была сформулирована концепция и предложена модель параметрического газогенератора (рис. 2).

Газогенератор содержит цилиндрическую камеру газификации 4, установленную вертикально. Верхняя часть камеры газификации снабжена загру-

зочным люком с запорным механизмом 5. Нижняя часть камеры газификации снабжена зольниковой решеткой 13 и зольниковым люком 14. Атмосферный воздух, необходимый для процесса газификации, подается по воздушному патрубку 1, через трехходовой электромагнитный клапан 2 в воздушный коллектор 3 и далее через систему электромагнитных клапанов 6 индивидуально к дутьевым фурмам, расположенным в зоне фурменного пояса 12, по трубкам 8. Камера газификации вместе с газовым резервуаром 9 помещена в термоизоляционный футляр 10, и внешний защитный кожух 11. Для удобства обслуживания камера газификации установлена на опоры 15. Отбор генераторного газа осуществляется в верхней части газового резервуара через газоотводный патрубок 7. Для розжига газогенератора используется технологический люк 16. Вентилятор 19, обратный клапан 18 и воздушный резервуар 17 являются форсажным воздушным контуром, который используется как при первоначальном розжиге газогенератора, так и для снижения инерционности процесса газификации в газогенераторе.

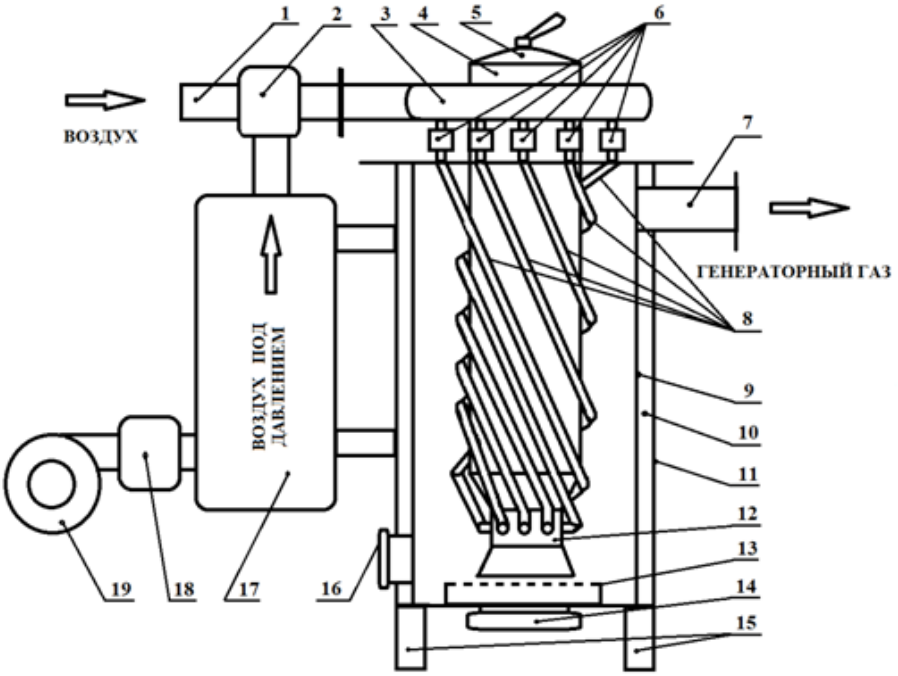


Рис. 2. Схема параметрического газогенератора

Газогенератор работает следующим образом. Камера газификации заполняется твердым топливом для газификации (древесина или отходы ее переработки). После загрузки верхний и нижний люки должны быть герметично закрыты. Блок управления газогенератора переводится в позицию «запуск 1», при этом запускается вентилятор для создания избыточного давления в воздушном резервуаре. Через технологический люк осуществляется розжиг древесного угля находящегося на зольниковой решетке. Блок управления газоге-

нератора переводится в позицию «запуск 2», при этом открываются трехходовой электромагнитный клапан, пропуская воздух под давлением из воздушного резервуара в воздушный коллектор, и электромагнитные клапаны управления дутьевыми фурмами. Воздух, попадая через фурмы в камеру газификации в районе фурменного пояса, начинает взаимодействовать с древесным углем. Температура в реакционной зоне возрастает. Когда газогенератор выйдет на рабочий режим и из газоотборного патрубка пойдет горючий генераторный газ, блок управления газогенератора переводится в позицию «автомат» и производится запуск ДВС работающего совместно с данным газогенератором. При этом трехходовой электромагнитный клапан перекрывает воздушный резервуар, соединяя воздушный коллектор с атмосферой, вентилятор создает определенное избыточное давление в воздушном резервуаре и отключается, электромагнитные клапаны фурм открываются и закрываются в зависимости от режима работы ДВС.

В случае резкого возрастания нагрузки на ДВС в работу автоматически включается форсажный воздушный контур. При этом трехходовой электромагнитный клапан перекрывает доступ к атмосферному воздуху, присоединяя воздушный резервуар с избыточным давлением к воздушному коллектору. Запускается вентилятор. Открываются все электромагнитные клапаны фурм. Возрастает объем производства генераторного газа, что позволяет ДВС быстрее справится с пиком нагрузки и найти новый равновесный режим работы. Далее трехходовой электромагнитный клапан перекрывает воздушный резервуар, соединяя воздушный коллектор с атмосферным воздухом, вентилятор создает определенное избыточное давление в воздушном резервуаре и отключается, электромагнитные клапаны фурм открываются и закрываются в зависимости от режима работы ДВС.

В газогенераторе используется принцип параметрического регулирования рабочего процесса в плоскости фурменного пояса. Газогенератор отличается от традиционных газогенераторов наличием индивидуального подвода воздуха к каждой дутьевой фурме, это позволяет не только повысить эффективность процесса газификации в газогенераторе за счет подогрева воздуха подаваемого в реакционную зону через фурмы, но и при помощи системы электромагнитных клапанов изменять число задействованных фурм, поддерживая постоянным скорость истечения воздушного факела из фурмы при различных режимах работы газогенератора. Для поддержания температуры и рабочей площади реакционной зоны постоянными на переходных (не номинальных) режимах происходит чередование в работе фурм. Также возможен и импульсный режим работы дутьевых фурм. Для улучшения приемистости ДВС при переходных режимах газогенератор снабжен форсажным воздушным контуром.

Продолжением данной темы является газогенератор с объемным регулированием в области фурменного пояса. По результатам исследований по плоскостному и объемному параметрическому регулированию процесса газификации подана заявка на изобретение.

Литература

1. Леспроминформ журнал № 7 (73) 2010г, №1 (75) 2011г, № 5 (79) 2011г, №6 (80) 2011г, № 2 (84) 2012г, «История развития транспортных газогенераторов» с 1 по 5 части.

2. Леспроминформ журнал № 4 (94) и №5 (95) за 2013г.

3. Зубакин А.С., Палицын А.В., Механиков В.М. Современное состояние и перспективы развития газификации биомассы, как направления альтернативной энергетики // Вузовская наука – региону: мат 11-й всероссийской научно-технической конференции.- Вологда: ВоГТУ, 2013.

4. Мезин И.С. Транспортные газогенераторы. Ч. 1 и 2.- М.: ОГИЗ СЕЛЬХОЗГИЗ, 1948.

5. Токарев Г.Г. Газогенераторные автомобили.- М.: МАШГИЗ, 1955.

6 Юдушкин Н.Г. Газогенераторные тракторы.- М.: МАШГИЗ, 1955.

ПРОБЛЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ НАГРУЗОК НА РОЛИКИ НА УЧАСТКЕ ПРАВКИ КРИВОЛИНЕЙНОЙ МАШИНЫ НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ ЗАГОТОВОК

И.П. Комаров, Е.А. Лебедева

Научный руководитель ***Н.Г. Баширов****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Для оптимизации процесса охлаждения сляба в зоне вторичного охлаждения (ЗВО) МНЛЗ необходимо обеспечение заданной производительности машины, разливка металла необходимого качества и минимизация расхода электроэнергии на привод тянущих роликов. Кроме данных требований могут быть также другие, например, увеличение срока службы поддерживающих и тянущих роликов, уменьшение числа поверхностных и внутренних трещин в металле, снижение расхода охлаждающей воды и т.п. Поскольку данные требования являются взаимосвязанными друг с другом, то можно ставить задачу оптимального охлаждения сляба [1].

В данной статье ставится и решается только задача нахождения нагрузок на ролики в зоне разгиба для оптимизации расхода электроэнергии на

привод тянущих роликов. Для этого принята математическая модель расчета нагрузки на ролики, возникающей от плавного разгиба сляба, путем определения кривизны упругой деформации и с учетом свойств дифференциального уравнения с разрывными коэффициентами.

В работе [2] данная проблема поставлена и решена при стационарной разливке металла. Авторы отмечают, что непосредственное решение поставленной задачи требует целой серии приемов как математического, так и вычислительного характера.

В данной статье предлагается способ определения кривизны упругой деформации путем учета свойств непрерывно дифференцируемых решений дифференциального уравнения с разрывными коэффициентами. Таким образом, нами обоснованно минимизируются краевые условия для решения дифференциальных уравнений. Задача состоит в нахождении положения изогнутой оси МНЛЗ $y_e(x)$, соответствующей упругой деформации, вызванной внешними силами - нагрузкой на ролики. Эта функция ищется по уравнениям податливости самой роликовой системы δ^i и по значениям упругой деформации и ползучести металла сляба. И поэтому, зная упругую кривизну сляба $y_e(x)$ вдоль технологической оси МНЛЗ в зоне разгиба, можно будет рассчитать нагрузки на ролики F_i и изгибающие моменты $M_i(x)$.

Математически задача ставится следующим образом: найти решение системы уравнений

$$\begin{cases} y_e^{IV}(x) = 0, \quad x_{i-1} < x < x_i, \\ y_p'''(x) = \dfrac{1}{\nu}\left(\dfrac{p(x)}{g(x)} \cdot y_e''(x)\right)^5, \quad x_{i-1} < x < x_i, \quad i = 1,2,...,n, \end{cases} \tag{1}$$

удовлетворяющие в точках x_i условиям

$$y_p(x_i) + y_e(x_i) + k_i\left(\frac{y_e'''(x_i+0)}{g(x_i+0)} - \frac{y_e'''(x_i-0)}{g(x_i-0)}\right) = y_i, \quad i = 0,1,...n, \tag{2}$$

$$\frac{y_e''(x_i+0)}{g(x_i+0)} - \frac{y_e''(x_i-0)}{g(x_i-0)} = 0, \quad i = 1,2,...,n-1, \quad y_e''(x_0+0) = 0, \quad y_e''(x_n+0) = 0, \tag{3}$$

где (x_i, y_i) - координаты роликов с 0-го по n-й; $k_i(мм/Мн)$ - коэффициент податливости роликов; $g(x)$, $p(x)$ - непрерывные ограниченные функции на каждом интервале (x_{i-1}, x_i) характеристики сечения сляба; ν - скорость движения сляба; $n+1$ - число роликов; $y_p''(x)$ - кривизна (при слабоизогнутой балке), соответствующая накопленной к данному моменту времени деформация ползучести; $y_e''(x)$ - кривизна, соответствующая упругой деформации, вызванной внешними силами.

В условиях (2) предполагается, что величины $y_e'''(x_0-0)$ и $y_e'''(x_n+0)$ равны нулю:

$$y_e'''(x_0-0)=0,\quad y_e'''(x_n-0)=0. \tag{4}$$

Дополнительно будем предполагать, что функции $y_p(x)$ и $y_e(x)$ непрерывны и имеют непрерывные производные $y_p'(x), y_p''(x)$ и $y_e'(x)$ при переходе через ролики:

$$y_p^{(j)}(x_i-0)=y_p^{(j)}(x_i+0),\qquad i=1,2,...,n-1,\quad j=0,1,2, \tag{5}$$

$$y_e^{(j)}(x_i-0)=y_e^{(j)}(x_i+0)\ \ i=1,2,...,n-1,\quad j=0,1. \tag{6}$$

Кроме того функция $y_p(x)$ при $x=x_0$ удовлетворяет следующим начальным условиям:

$$y_p(x_0)=y_{p0},\quad y_p'(x_0)=y_{p1},\quad y_p''(x_0)=\frac{1}{R}, \tag{7}$$

где $y_{p0}=y_0$ - координата 0-го ролика, y_{p1} - угол наклона касательной к слябу в точке контакта с нулевым роликом, R - радиус кривизны участка МНЛЗ.

Для упрощения решения задачи (1) - (3) введем замену в виде

$$y_e''(x)=z(x),\quad x_0<x<x_n,\ x\neq x_i,\quad i=1,2,...,n-1. \tag{8}$$

Тогда первое уравнение системы (1) и граничные условия (3) примут вид

$$z''(x_i+0)=0,\quad x_{i-1}<x<x_i,\quad i=1,2,...,n, \tag{9}$$

$$\begin{cases}\dfrac{z(x_i-0)}{g_i^-}=\dfrac{z(x_i+0)}{g_i^+}, & i=1,2,...,n-1,\\ z(x_0+0)=0, \quad z(x_n-0)=0.\end{cases} \tag{10}$$

Здесь $g_i^-=g(x_i-0),\ \ g_i^+=g(x_i+0),\quad i=1,2,...,n-1.$

Общее решение уравнения (9) на каждом интервале (x_{i-1},x_i) является линейной функцией $z(x)=A_i\cdot(x-x_i)+B_i$ и поэтому граничные условия (10) в точках $x_0,x_1,...,x_n$ примут вид:

$$\begin{cases}\dfrac{A_i\cdot 0+B_i}{g_i^-}=\dfrac{A_{i+1}\cdot(x_i-x_{i+1})+B_{i+1}}{g_i^+}, & i=1,2,...,n-1,\\ A_1(x_0-x_1)+B_1=0, \quad A_n\cdot 0+B_n=0.\end{cases} \tag{11}$$

Из условий (11) выразим коэффициенты B_i через $A_1,A_2,...,A_i$:

$$B_1=(x_1-x_0)\cdot A_1,$$

$$B_2=\frac{g_1^+}{g_1^-}\cdot B_1+(x_2-x_1)\cdot A_2,$$

$$B_{i+1}=\frac{g_i^+}{g_i^-}\cdot B_i+(x_{i+1}-x_i)\cdot A_{i+1},$$

$$B_n = \frac{g_{n-1}^+}{g_{n-1}^-} \cdot B_{n-1} + (x_{n+1} - x_n) \cdot A_n .$$

Из этих равенств легко получить явное представление B_{i+1} через $A_1, A_2, ..., A_{i+1}$:

$$B_1 = (x_1 - x_0) \cdot A_1,$$

$$B_2 = \frac{g_1^+}{g_1^-} \cdot (x_1 - x_0) A_1 + (x_2 - x_1) \cdot A_2,$$

$$B_3 = \frac{g_2^+}{g_2^-} \frac{g_1^+}{g_1^-} \cdot (x_1 - x_0) A_1 + \frac{g_2^+}{g_2^-} (x_2 - x_1) \cdot A_2 + (x_3 - x_2) \cdot A_3$$

.....

$$B_{i+1} = \left(\prod_{k=1}^{i} \frac{g_k^+}{g_k^-} \right) \cdot (x_1 - x_0) A_1 + \left(\prod_{k=2}^{i} \frac{g_k^+}{g_k^-} \right) (x_2 - x_1) \cdot A_2 + (x_{i+1} - x_i) \cdot A_{i+1}, \quad (12)$$

для $i \le n-2$, причем

$$B_n = \left(\prod_{k=1}^{n-1} \frac{g_k^+}{g_k^-} \right) \cdot (x_1 - x_0) A_1 + \left(\prod_{k=2}^{n-1} \frac{g_k^+}{g_k^-} \right) (x_2 - x_1) \cdot A_2 + (x_n - x_{n-1}) \cdot A_n = 0. \quad (13)$$

Таким образом, мы определяем решение $z(x) = z(x, A_1, A_2, ...A_n)$ задачи (9)-(10), зависящие от произвольных параметров $A_1, A_2, ...A_n$, которые удовлетворяют условию (13) и является кусочно-линейной функцией, имеющей разрывы в точках x_i, $i = 1,2,...,n-1$. Согласно общей теории линейных уравнений с разрывными коэффициентами (см., например, [3]), уравнение (8) имеет непрерывно дифференцируемое решение, представляемое в виде

$$y_e(x) = A_0 + A_{n+1} \cdot (x - x_0) + \int_{x_0}^{x} (x - s) \cdot z(s) ds, \quad x_0 < x < x_n, \quad (14)$$

где A_0 и A_{n+1} - произвольные постоянные.

Аналогично, по заданной функции $z(x) = z(x, A_1, A_2, ...A_n)$ из второго уравнения системы (1) определим единственное, дважды непрерывно дифференцируемое на (x_0, x_n) решение $y_p(x)$, которое удовлетворяет начальным условиям (7):

$$y_p(x) = y_p(x_0) + y_p'(x_0)(x - x_0) + y_p''(x_0) \frac{(x - x_0)^2}{2} + \frac{1}{2 \cdot \upsilon} \int_{x_0}^{x} (x - s) \cdot \left(\frac{p(s)}{g(s)} \cdot z(s) \right)^5 ds. \quad (15)$$

Теперь для определения неизвестных коэффициентов $A_0, A_1, A_2, ...A_n, A_{n+1}$ воспользуемся условиями (2), которые примут вид:

$$A_0 + \frac{k_0}{g_0} \cdot A_1 = 0, \quad i = 0,$$

$$y_p(x_i) + y_e(x_i) + k_i \left(\frac{A_{i+1}}{g_i^+} - \frac{A_i}{g_i^-} \right) = y_i, \quad i = 1,..., n-1, \quad (16)$$

$$y_p(x_n) + y_e(x_n) - k_n \cdot \frac{A_n}{g_n^-} = y_{n,} \quad i = n.$$

К системе (16) добавим уравнение, обеспечивающее условие (13):

$$\left(\prod_{k=1}^{n-1} \frac{g_k^+}{g_k^-}\right) \cdot (x_1 - x_0) A_1 + \left(\prod_{k=2}^{n-1} \frac{g_k^+}{g_k^-}\right)(x_2 - x_1) \cdot A_2 + ... + (x_n - x_{n-1}) \cdot A_n = 0. \quad (17)$$

Система (16) вместе с уравнением (17) образуют систему $(n+2)$ уравнений с неизвестными $A_0, A_1, A_2, ...A_n, A_{n+1}$. Решая систему (16) – (17), определим неизвестные $A_0, A_1, A_2, ...A_n, A_{n+1}$ и тем самым определим функцию $y_e(x)$ и $y_p(x)$ с помощью равенств (14) и (15) соответственно.

Используя функции $y_e(x)$ и $y_p(x)$, можно найти нагрузки на ролики участка выпрямления МНЛЗ, возникающие от плавного разгиба слитка и изгибающие моменты.

В заключении отметим, что в работе [2] для решения приведенной выше задачи получена система из $4(n-1)$ уравнений с $4(n-1)$ неизвестными. В нашей схеме для решения задачи получили $n+2$ уравнений с $n+2$ неизвестными.

Литература

1. Лукин, С.В. Оптимизация вторичного охлаждения в машине непрерывного литья заготовок / С.В.Лукин, А.В.Гофман, Н.Г.Баширов.- Череповец: Вестник Череповецкого государственного университета. - 2010.- №1. – С.115-119.

2. Буланов, Л.В. Машины непрерывного литья заготовок / Л.В. Буланов, Л.Г. Корзунин, Е.П. Парфенов, Н.А.Юровский.- Казань, 2003. – 349 с.

3. Филиппов, А.Ф. Дифференциальные уравнения с разрывной правой частью / А.Ф. Филиппов.- М.: Наука, гл. ред. физ.-мат. литературы, 1985.- 225с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБУЕМОГО ЧИСЛА МАШИНОМЕСТ В ЦЕНТРЕ СРЕДНИХ ГОРОДОВ

В. Д. Коровушкин
Научный руководитель ***О.Н. Пикалев****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

С проблемой возрастающего количества автомобилей уже столкнулись практически все крупные города России – от Калининграда до Владивостока. Как показывают расчеты, площадь, занимаемая частными автомобилями на городских стоянках и местах хранения, соизмерима с площадью, занимаемой дорожной сетью города. Для больших городов эта площадь исчисляется многими квадратными километрами. На этой территории могли бы быть размещены зеленые зоны, детские площадки, жилые дома и т.д. [1].

При решении проблемы нехватки мест для паркирования автомобилей, особенно в центральной части городов с исторически сложившейся застройкой, в первую очередь следует определить потребность в свободном пространстве для паркирования. Для решения этой проблемы необходимо провести соответствующее исследование (натурные наблюдения), которое позволит в полной мере оценить ситуацию, сложившуюся в определенном квартале, районе и даже целом городе.

Перед началом анализа необходимо определить район исследования, четко обозначив его границы. В эту зону в первую очередь следует включить места наибольшего притяжения, так называемые «объекты массового тяготения», в пределах пешеходной доступности для населения. В случае предполагаемой реконструкции имеющихся стоянок или парковок в зону исследования необходимо включить все территории вблизи этих парковок, на которые может оказать влияние предстоящая реконструкция парковочного сооружения.

Определение требуемого числа машиномест проводилось на примере исторического центра г. Вологда. Для проведения исследования исторический центр города был разделен на 7 условных районов для удобства изучения:

- 1-й район: ул. малая Октябрьская, ул. Благовещенская, ул. Батюшкова, проспект Победы (нечетная сторона);
- 2-й район: проспект Победы (четная сторона), ул. Мира;
- 3-й район: ул. Лермонтова, ул. М. Ульяновой, ул. Пушкинская;
- 4-й район: ул. Ленина, ул. Галкинская, ул. Зосимовская;
- 5-й район: ул. Предтеченская, ул. Козленская, ул. Галкинская, Советский проспект;
- 6-й район: Советский проспект, ул. М. Ульяновой, ул. Козленская;

- 7-й район: ул. М. Ульяновой, ул. Пушкинская.

Для удобства анализа выбранных районов исследования был разработан протокол обследования использования мест для стоянки транспортных средств (рис. 1). Периодом времени исследования было выбрано время наибольшей активности населения (период с 8:00 до 20:00). Время прибытия разделено на 3 основных периода: утро, день, вечер.

Протокол обследования использования мест для стоянки транспортных средств в центральной части г. Вологда

Улица: _____

Количество пешеходных переходов: _____

Количество проездов: _____

Количество остановочных пунктов: _____

Количество парковочных мест (емкость): _____

Наличие объекта массового тяготения: _____

- количество этих объектов: _____

- величина объекта массового тяготения: _____

Время прибытия, ч		День недели						
		Понедельник	Вторник	Среда	Четверг	Пятница	Суббота	Воскресение
Утро	8:00-9:30							
	9:30-11:00							
День	11:00-12:30							
	12:30-14:00							
	14:00-15:30							
Вечер	15:30-17:00							
	17:00-18:30							
	18:30-20:00							

Составил: _____

Рис. 1. Протокол обследования использования мест для стоянки транспортных средств

Для более точного определения потребности в парковочных местах все имеющиеся стоянки и паркинги в выбранной зоне подлежали разделению в зависимости от конкретного типа «объектов массового тяготения», которые они обслуживают. После анализа имеющихся стоянок и парковок были выделены следующие категории:

- стоянки и паркинги, обслуживающие административно-управленческие учреждения здания;

- стоянки и паркинги, обслуживающие объекты коммерческо-деловой и финансовой сферы;

- стоянки и паркинги, обслуживающие научные и проектные организации, высшие учебные заведения;

- стоянки и паркинги, обслуживающие торговые центры, универсамы, магазины, рынки.

При непосредственном изучении имеющихся стоянок и паркингов необходимо определить ряд показателей и факторов, которые оказывают влияние на интенсивность использования парковочных сооружений. К таким факторам можно отнести: число пересечений автомобильных дорог вблизи паркинга, число пешеходных переходов, количество «объектов массового тяготения» и время их работы, коэффициент дневной неравномерности, коэффициент использования (перегрузки) стоянки, среднее время паркирования автомобилей, суммарное количество припаркованных автомобилей, угол паркирования автомобиля. Определение соответствующих факторов осуществляется путем наблюдения за стоянкой или паркингом, при помощи так называемых «учетчиков», которые наблюдают за парковочным сооружением в течение определенного времени. Количество требуемых «учетчиков» зависит от границ района исследования.

Каждый из факторов оказывает определенное воздействие на режим работы парковочных сооружений. Так, например, чем больше количество пересечений автомобильных дорог, тем больше интенсивность движения транспортных средств, и тем больше вероятность занятости парковки. При наличии пешеходных переходов имеется возможность посещения «объектов массового тяготения» на противоположной стороне дороги от паркинга. Чем больше величина среднего времени паркирования автомобилей, тем меньше оборачиваемость одного парковочного места. Величина коэффициента использования (перегрузки) парковочного сооружения показывает: насколько выбранный район исследования обеспечен машиноместами для хранения автомобилей. Величина коэффициента дневной неравномерности показывает характер распределения автомобилей на конкретной стоянке.

Кроме того, для получения более точной информации о работе паркинга необходимо провести опрос владельцев автомобилей пользующихся данными стоянками. Владельцы автомашин являются источником ценной информации, которую нельзя получить при простом подсчете транспортных средств. При опросе собирается информация о цели поездки, времени прибытия, среднем времени паркирования, частоте поездок в данный район. Для этого был разработан протокол опроса клиентов пользующихся парковкой (рис. 2).

Одним из важнейших параметров, который необходимо определить в ходе исследования, является период максимальной потребности. В некоторых местах в пределах района исследования подобных периодов максимальной потребности в автомобильных стоянках может быть в течение суток несколько [2].

После определения основных показателей и факторов, оказывающих влияние на режим работы стоянок и парковок, требуется провести многофакторный анализ для каждого типа выделенных стоянок. В качестве факторов подставляются значения полученных величин в результате исследования, а за

величину отклика принимается максимальное значение припаркованных автомобилей на конкретной стоянке или паркинге.

Протокол опроса клиентов пользующихся парковкой

Улица (участок): _____

Сторона (четная/нечетная): _____

Время прибытия на парковку, ч	8:30-9:30	9:30-11:00	11:00-12:30	12:30-14:00	14:00-15:30	15:30-17:00	17:00-18:30	18:30-20:00
Продолжительность парковки (опросить), **ч**								
Марка или модель автомобиля*, класс	особо малый	малый	средний	высший средний	минивэн	вседорожник	Иное	
Цель (характер) посещения парковки (опросить), **вид**	деловая	служебная	личная	учеба	развлечение	Иное		
Социальное положение	пенсионер	служащий	учащийся	Иное				
Возраст (определяется визуально), **лет**								
Пол (м/ж)								
Регулярность посещений (опросить)	1 раз в день	2-3 раза в день	1 раз в неделю	2-3 раза в неделю	1 раз в месяц	2-3 раза в месяц	Иное	

Составил_____

Рис. 2. Протокол опроса клиентов пользующихся парковкой

Многофакторный анализ позволил определить наиболее значимые факторы и исключить незначимые факторы. Кроме того, были определены частные коэффициенты корреляции, показывающие величину влияния на искомую величину.

Следует отметить, что вычисление коэффициентов регрессии еще не означает решения поставленной задачи, так как отсутствуют сведения о качестве полученной модели. Для выяснения качества модели необходимо найти статистические оценки.

После соответствующих расчетов были сделаны выводы об адекватности полученных моделей для каждого типа выделенных стоянок и парковок. Для каждого из типа парковочных сооружений были получены положительные результаты. Таким образом, полученные модели могут служить основанием для принятия решения о строительстве новых мест для паркирования или реконструкции уже имеющихся.

ЛИТЕРАТУРА

1. Масуев, М.А. Проектирование предприятий автомобильного транспорта: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / М.А. Масуев. – М.: Изд. центр «Академия», 2007. – 224 с.

2. Транспортная инженерия. Режим доступа: http://www.againc.net/ru/education/transport-engineering.

Секция «СТРОИТЕЛЬСТВО»

ИСПЫТАНИЕ ДОБАВКИ ДЛЯ САМОУПЛОТНЯЮЩЕГОСЯ БЕТОНА

И.П. Баландина, Ю.В. Цветкова,
С.А. Корякина, К.Ф. Лапина
Научный руководитель ***Т.В. Туева,*** *ст.преподаватель*
Череповецкий государственный университет
г. Череповец

Самоуплотняющийся бетон (СУБ) – это бетон, обладающий очень высокой подвижностью и распространяющийся в опалубке без использования механической вибрации, под действием собственного веса.

В конце 20 века профессором Хайимой Окамурой было создано и внедрено в практику новое поколение добавок к бетону[1]. Область применения СУБ очень широка, он используется для монолитного домостроения; сборного железобетона; конструкций опор мостов; торкретировании; реставрации и усиления конструкций.

Преимущества использования в строительстве СУБ:

- Отказ от использования виброуплотнения;
- Улучшение условии труда в цехах завода по производству ЖБИ и на строительной площадке;
- Упрощение работ по бетонированию;
- Сокращение энергозатрат, трудозатрат и потребности в квалифицированной рабочей силе;
- Сокращение периода строительства;
- Создание строительных конструкций, имеющих высокую прочность и форму любой геометрической сложности;
- Исключение возможности расслоения бетонной смеси, безопасность на площадке.

Основные преимущества бетона по физико-механическим характеристикам: более высокая прочность на сжатие и растяжение, повышенная плотность, хорошее сцепление с арматурой, повышенное качество поверхности бетона (более гладкая и ровная поверхность).

В разных странах подобраны свои составы для СБУ, они отличаются видом и расходом суперпластификатора, микронаполнителя, крупного и мелкого заполнителей. Примерные составы приведены в таблице 1.

Для СУБ очень важно правильно выбрать суперпластификатор. Суперпластификаторы – это добавки, регулирующие свойства бетона и бетонных смесей. Они уменьшают содержание воды в смеси, придают ей пластичность,

повышают прочность, водонепроницаемость и морозостойкость бетона. Применение суперпластификаторов дает возможность экономить цемент в бетонах и растворах.

Таблица 1

Составы самоуплотняющихся бетонов в разных странах

Компоненты бетонной смеси	Название страны			
	Япония	Европейский Союз	США	Индия
Вода, кг	175	190	180	163
Цемент, кг	530	280	357	330
Микронаполнитель, кг	70	245	119	150
Мелкий заполнитель, кг	751	865	936	970
Крупный заполнитель, кг	789	750	684	764
Добавка суперпластификатор, кг	9	4,2	2,5	2,4

В настоящее время появились новые суперпластификаторы 5 поколения на основе эфиров поликарбоксилатов, так называемые гиперпластификаторы.

«ХИДЕТАЛ-ГП-9» бета «Б» является высокоэффективным пластификатором на базе нового поколения поликарбоксилатных эфиров, предназначен для промышленности, производящей товарный бетон. Характеристики добавки приведены в таблице 2.

Таблица 2

Технические данные добавки «ХИДЕТАЛ-ГП-9» бета «Б»

Сырьевая основа	Поликарбоксилат
Цвет и форма поставки	Жидкость от светло-желтого до темно-коричневого
Плотность ,г/см^3	1,120±0,02 г/см^3
pH-показатель, ед. не менее	6,5
Содержание хлоридов, % не более	0,1
Массовая доля сухих веществ. % не менее	31±2,5
Температура хранения	От +5 ºС до +35 ºС

Оптимальная дозировка по данным производителя добавки в бетонах составляет 0,6 – 1,5 % от массы цемента. Оптимальное количество добавки устанавливается в каждом конкретном случае в зависимости от требуемых

свойств бетона и на основании предварительных испытаний, поэтому был проведен ряд испытаний бетонной смеси с использованием «ХИДЕТАЛ-ГП-9» бета «Б» по ГОСТ 30459-2008 [2]. Добавка «ХИДЕТАЛ-ГП-9» бета «Б» была исследована на пластифицирующие и водоредуцирующие свойства.

Эффективность действия пластифицирующих добавок оценивают по увеличению подвижности смеси и по прочности бетона при одинаковом водоцементном отношении контрольного и основных составов. Изменение прочности бетона рассчитывают по формуле:

$$\Delta R = \left(\frac{R_t^{контр} - R_t^{осн}}{R_t^{осн}}\right) \cdot 100,$$

где $R_t^{контр}$ и $R_t^{осн}$ – прочность бетона контрольного и основного состава, МПа;

t–возраст бетона нормального твердения.

Эффективность действия водоредуцирующих добавок оценивают по уменьшению водопотребности смеси основных составов по сравнению с контрольным при условии изготовления смесей с одинаковой подвижностью. Уменьшение количества воды затворения при вводе добавки определяются по формуле:

$$\Delta B = \frac{B_{контр} - B_{осн}}{B_{контр}} \cdot 100,$$

где $B_{контр}$ и $B_{осн}$ – расход воды затворения в контрольном и основных составах, л/м^3. Данные приведены в таблицах 3, 4.

Таблица 3

Составы и свойства бетонных смесей при испытании добавки на пластифицирующие свойства

Параметры смеси	Составы			
	контрольный	с добавкой 0,8%	с добавкой 1%	с добавкой 1,2%
Цемент ПЦ500-Д0,кг	352	357	353	355
Песок	781	790	785	787
Щебень гранитный 5-20, кг	1056	1070	1060	1064
Вода, л	206	206	204	203
ХИДЕТАЛ-ГП-9	-	2,55	3,17	3,76
Осадка конуса(ОК), см	1,5	19	22	23
Марка по подвижности	П1	П4	П5	П5
Расплыв конуса, см	-	29	39	50
В/Ц	0,585	0,585	0,585	0,585
$\Delta R^3_{сж}$, %	-	23,3	17,9	6,7
$\Delta R^7_{сж}$, %	-	16,8	8,4	0

Таблица 4

Составы и свойства бетонных смесей при испытании добавки на водоредуцирующие свойства

Параметры смеси	Составы			
	кон-трольный	с добав-кой 0,8%	с добавкой 1%	с добавкой 1,2%
Цемент ПЦ500-Д0,кг	352	352	352	356
Песок	781	781	781	791
Щебень гранитный 5-20, кг	1056	1056	1058	1068
Вода, л	206	183	176	176
ХИДЕТАЛ-ГП-9	-	2,51	3,17	3,78
Осадка конуса (ОК), см	1,5	2	1,5	1,2
Марка по подвижности	П1	П1	П1	П1
В/Ц	0,585	0,528	0,510	0,506
Водоредуцирующий эффект, %	-	11,2	14,6	14,6

Испытание добавки «ХИДЕТАЛ-ГП-9» бета «Б» показали следующие результаты:

- Подвижность бетонной смеси при вводе добавки увеличивается с П1(ОК=1,5 см) до П4-П5(ОК=19-23см);
- При оценке пластифицирующих свойств при вводе добавки наблюдается прирост прочности в возрасте как 3 суток, так и 7 суток;
- Наибольший прирост прочности наблюдается при вводе добавки 0,8 % от массы цемента;
- При оценке водоредуцирующих свойств максимальное сокращение расхода воды составило 14,6 %.

Литература

1. Болотских О.Н. Самоуплотняющийся бетон и его диагностика // Электронный журнал «Предотвращение аварий зданий и сооружений». [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www/pamag.ru/pressa/auto-beton

2. ГОСТ 30459-2008. Добавки для бетонов и строительных растворов. Определение и оценка эффективности. – М.: МНТКС по стандартизации, техническому нормированию и сертификации в строительстве, 2010. – С. 20.

ЗИМНЕЕ БЕТОНИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОПОР В Г.ВОЛОГДЕ

И.В. Болдырев, С.С. Кирова, А.С. Мараховская
Научный руководитель ***Н.В. Михалевич****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Под зимним периодом года принято понимать период времени между датой устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха с положительных значений на отрицательные и датой обратного перехода. При этом, в соответствии с [1], зимним периодом в строительстве считается время наступления устойчивой среднесуточной температуры ниже +5º и минимальной суточной ниже 0ºС осенью и весной. Производство строительных работ в зимнее время существенно отличается от выполнения этих же работ летом, поэтому важным и актуальным является решение задач по обеспечению эффективности строительства в зимний период. В Вологодской области этот период времени составляет с октября по апрель месяц, поэтому вопрос о методах зимнего бетонирования является актуальным.

Принимаемые методы бетонирования в зимнее время должны обеспечивать возможность твердения бетонной смеси в тепловлажностных условиях до достижения бетоном в монолитных конструкциях прочности к моменту замерзания не менее 50 кгс/см^2 и не менее 50% проектной прочности.

Выбор способов бетонирования зависит от характера и степени массивности конструкций, определяемой модулем поверхности Мп, равным отношению охлаждаемой поверхности F(м^2) к ее объему V(м^2), а также от температуры наружного воздуха, вид цемента и сроков работ.

В зависимости от характера конструкции могут быть приняты следующие методы работ:

а) работы по способу термоса – на подогретых материалах с укрытием уложенного бетона для сохранения в нем тепла до момента достижения бетоном требуемой прочности;

б) ведение работ на подогретых материалах с последующим обогревом конструкций;

в) производство работ в передвижных или переносных тепляках.

При невозможности по способу термоса получения в установленные сроки достаточной прочности бетона для его распалубливания, что обычно бывает при бетонировании тонких и малогабаритных конструкций, применяется искусственный прогрев бетона.

Режим электропрогрева назначается в зависимости от заданного процента прочности бетона, характера (модуля поверхности) конструкции, вида опалубки (толщина, утеплитель), возможности учета увеличения прочности бетона за время его остывания, а также от вида, активности и содержания цемента в бетоне.

В зависимости от сочетания этих условий все режимы могут быть приведены к четырем основным схемам:

1. Режим, состоящий из двух периодов – разогрева τ_1 и изотермического прогрева τ_2, обеспечивающий к моменту включения тока заданный процент прочности бетона от его марки. Применяется при электропрогреве тонких конструкций с $М_п$>15. В зависимости от условий производства возможен и для конструкций средней массивности.

2. Режим, состоящий из трех периодов – τ_1, τ_2 и остывания τ_3 обеспечивающий заданный процент прочности бетона от проектной марки к концу остывания прогретой конструкции. Назначается для конструкций с 7<$М_п$<15.

3. Режим, состоящий из двух периодов – разогрева и остывания (электроосмос). В зависимости от внешних температурных условий рекомендуется для прогрева массивных конструкций с $М_п$<7, при опалубке толщиной 4 см или обычной, но утепленной.

4. Режим, состоящий из нескольких чередующихся периодов разогрева и остывания (τ_1 и τ_3). Применяется для электропрогрева при наличии только одной ступени напряжения (в пределах 110-220 в). Может быть использован для прогрева бетонных и малоармированных конструкций с 8<$М_п$<12.

Скорость разогрева рекомендуется принимать для массивных конструкций с $М_п$<6 до 8 град/ч; для конструкций с $М_п$>6 до 10 град/ч.

При проектировании реконструкции придомовой территории на фабрике ООО «Нестле Россия» филиала в г. Вологде необходимо было перенести участок теплотрассы длиной 103,45 м. Для переноса необходимо было изготовить 16 железобетонных опор с поперечным сечением 0,5*0,7м и высотой от 1,5 до 2,5м в период зимнего бетонирования. Температура наружного воздуха колебалась от 9 до 11ºС, месяц февраль – март. Модуль поверхности опор $М_п$ от 6 до 6,7. Опалубка опор использовалась щитовая деревянная из доски толщиной 40 мм. Схема расположения железобетонных опор приведена на рис. 1.

Для прогрева опор был выбран режим, состоящий из трех периодов – разогрева, изотермического и остывания. Разогрев бетона выполняется по стержневой арматуре, установленной в опалубке. Схема размещения электродов показана на рис. 2. Слой бетона между арматурой и электродами составил от 9 до 15 см.

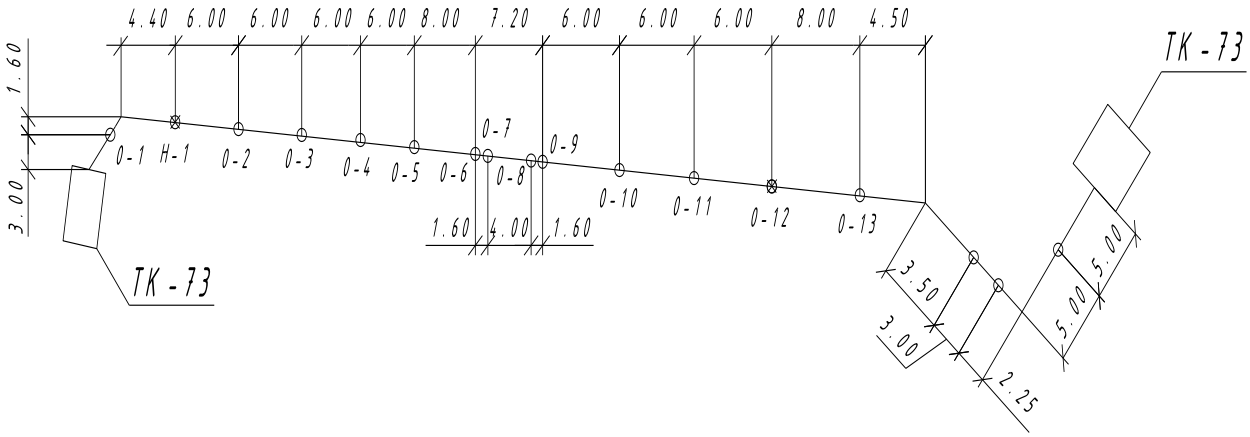


Рис. 1. Схема установки железобетонных опор

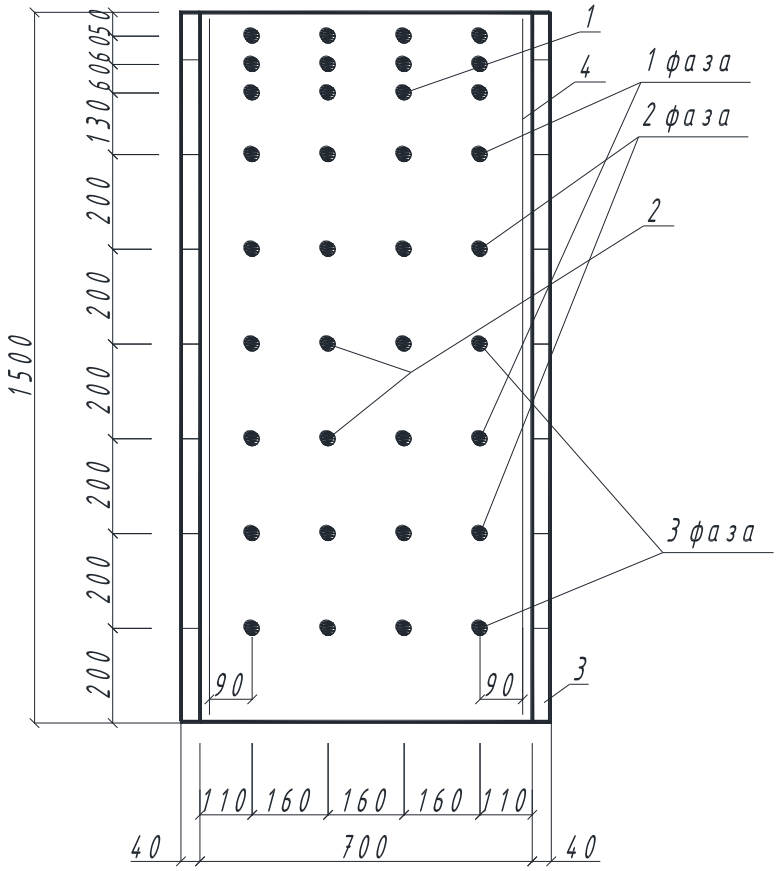


Рис. 2. Схема установки электродов:
1-бетонируемая опора; 2-электроды;
3-деревянная опалубка; 4-арматура опоры

Максимальная мощность, кВт/м^2, требуемая для разогрева 1 м^3 бетона, кВт, определяется по формуле:

$$P_1 = \frac{600\Delta t + KM_n(t_{ср} - t_{н.в.})}{864} \quad . \qquad (1)$$

Потребная мощность изотермического прогрева 1 м^3 бетона, кВт, определяется выражением:

$$P_2 = \frac{KM_n(t_{ср} - t_{н.в.})}{864} \quad , \qquad (2)$$

где $M_п$-модуль поверхности охлаждения, определяемый по формуле:

$$M_П = \frac{F}{V} \quad , \qquad (3)$$

где F-поверхность охлаждения бетона, м^2,

V-объём бетона, м^3,

К-коэффициент теплопередачи опалубки, принимается в зависимости от толщины опалубки и скорости ветра;

$$t_{ср} = \frac{t_{н.о.}}{2} \quad , \qquad (4)$$

где $t_{н.о.}$-начальная температура остывания,°С: при $M_П \geq 4$ $t_{н.о.}=t_{из}$;

при $5 \leq M_П \leq 10$ $t_{н.о.}=t_{из}$-5; для всех конструкций с $M_П \geq 12$ $t_{н.о.}=t_{из}$-10;

при расчётах продолжительности остывания в условиях производства значения $t_{н.о.}$ принимаются равными температуре, отвечающей моменту отключения конструкции из обогрева; $t_{н.в.}$- температура наружного воздуха.

В формуле (1) и (2) чётко прослеживается зависимость расхода энергии от материала и конструкции опалубки.

*Коэффициент теплопередачи опалубки определяется в соответствии с [3].

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_n} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i}}, \qquad (5)$$

где α_n – коэффициент теплопередачи у наружной поверхности ограждения;

δ_i - толщина каждого слоя ограждения, м;

λ_i - коэффициент теплопроводности материала каждого слоя ограждения, Вт/(м^2·°С).

В данной работе был выполнен расчет коэффициентов теплопередачи для различных видов конструктивных решений опалубки, представленных на рис. 3 и приведенных в таблице.

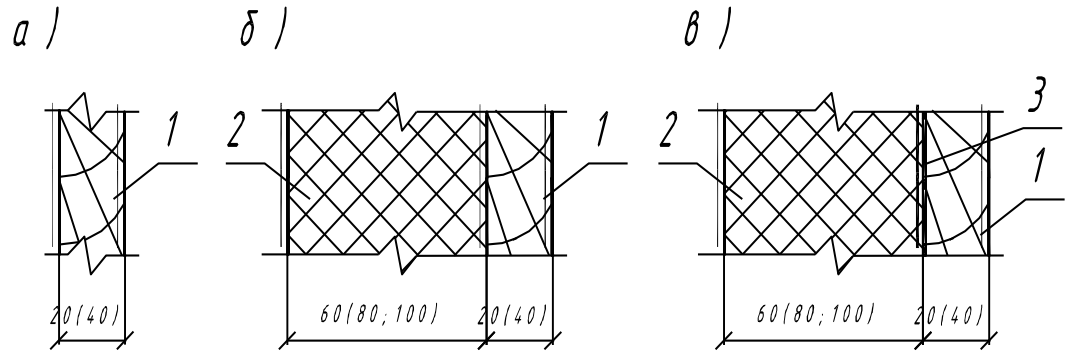


Рис. 3. Конструкции опалубки:
1-дерево; 2-утеплитель пенополистирол (минераловатные плиты);
3-рубероид

Таблица

Сравнительный анализ конструктивных решений опалубки

Состав слоёв опалубки	Коэффициент теплопередачи, $\frac{ккал}{м^2 \cdot ч \cdot град}$	Стоимость, $м^2$
1. Дерево толщиной 20мм	2,611	108 руб.
2.Дерево толщиной 32мм	2,208	172,8 руб.
3. Дерево толщиной 40 мм	2,000	216 руб.
4. Дерево толщиной 20 мм и пенопласт плиточный толщиной 60 мм	0,563	201,12 руб.
5. Дерево толщиной 20 мм и пенопласт плиточный толщиной 80 мм	0,446	232,16 руб.
6. Дерево толщиной 20 мм и пенопласт плиточный толщиной 100 мм	0,386	263,2 руб.
7. Дерево толщиной 40 мм и пенопласт плиточный толщиной 60 мм	0,527	309,12 руб.
8. Дерево толщиной 40 мм и пенопласт плиточный толщиной 80 мм	0,424	340,16 руб.
9. Дерево толщиной 40 мм и пенопласт плиточный толщиной 100 мм	0,354	371,2 руб.
10. Дерево толщиной 20 мм, пенопласт плиточный толщиной 60 мм и рубероид	0,559	562,12 руб.
11. Дерево толщиной 20 мм, пенопласт плиточный толщиной 100 мм и рубероид	0,444	624,12 руб.
12. Дерево толщиной 20 мм, минераловатная плита толщиной 100 мм и рубероид	0,384	609 руб. – 791 руб.
13. Дерево толщиной 40 мм, минераловатная плита толщиной 60 мм и рубероид	0,667	661руб – 770,2 руб.
14. Дерево толщиной 40 мм, минераловатная плита толщиной 80 мм и рубероид	0,545	689 руб .– 834,6 руб.
15. Дерево толщиной 40 мм, минераловатная плита толщиной 100 мм и рубероид	0,461	717 руб. – 899 руб.

По результатам работы можно сделать следующие выводы:

1. Использование утолщенной доски повышает стоимость опалубки практически в 2 раза с повышением коэффициента теплопередачи на 20-25%.

2. Применение пенопласта дает повышение коэффициента теплопередачи опалубки от 1,5 до 2 раз в зависимости от толщины. При удорожании опалубки от 15 до 30% .

Литература

1. СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции. (Госстрой СССР) – М.: Госстрой СССР, 1988. – 192с

2. Железобетонные и каменные конструкции в условиях севера: сб. описаний лабораторных работ по направлению 653500 «Строительство» спец. 270102 «Промышленное и гражданское строительство» / сост. Г.Б.Николаев; СЛИ. – Сыктывкар, 2007. – 20с.

3. ТСН 12-336-2007. Производство бетонных работ при отрицательных температурах среды на территории республики Саха (Якутия).

КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ОПАЛУБКИ ДЛЯ БЕТОНИРОВАНИЯ МОНОЛИТНЫХ СТОЛБОВ В ГОРОДЕ ВОЛОГДЕ

И.В. Болдырев, Л.А. Комина, А.В. Киряткова

Научный руководитель ***Н.В. Михалевич****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

При проектировании монолитных железобетонных конструкций встает вопрос о выборе конструктивного решения опалубки. В соответствии [1] виды опалубки классифицируются по следующим признакам в зависимости от:

- вида бетонируемых монолитных и сборно-монолитных конструкций;
- конструкции опалубок;
- материалов несущих элементов опалубки;
- применяемости при различной температуре наружного воздуха и характера воздействия ее на бетон монолитных конструкций;
- оборачиваемости.

Типы опалубки в зависимости от конструкции могут быть:

- мелкощитовая: модульная, разборная;
- крупнощитовая: модульная, разборная.

Типы опалубки в зависимости от материалов ее несущих элементов выполняются: стальными, алюминиевыми, пластиковыми, деревянными, комбинированными.

Типы опалубки в зависимости от применяемости при различной температуре наружного воздуха и характера воздействия опалубки на бетон монолитных конструкций могут быть: неутепленными, утепленными, греющими, специальными.

Целью данной работы является выбор оптимальной конструкции опалубки для бетонирования монолитных столбов теплотрассы на фабрике ООО «Нестле Россия» в филиале г. Вологды. При бетонировании небольших объектов проект производства работы не разрабатывается, поэтому приходится проектировщикам решать и технологические задачи. При выборе опалубки определяют класс опалубки по следующим требованиям, приведенным в таблице [1].

В таблице приведена часть требований, которая показывает, что для бетонирования небольших объектов достаточно принять класс опалубки 3, что позволит использовать подручные материалы для изготовления опалубки.

Помимо этого предъявляются и другие требования [2]:

- прочность, жесткость и геометрическая неизменяемость формы и размеров опалубки под воздействием монтажных, транспортных и технологических нагрузок.

Прочность опалубки обеспечивается расчетом, который проводят по методике на действие следующих нагрузок:

- *вертикальные нагрузки:*
  - собственная масса опалубки определяется по чертежам;
  - масса бетонной смеси принимается: для тяжелого бетона 2500 кг/м^3;
  - масса арматуры принимается по проекту, при отсутствии проектных данных - 100 кг/м^3;
- *горизонтальные нагрузки:*
  - ветровые нагрузки отсутствуют;
  - максимальное боковое давление бетонной смеси Pmax, кгс (тс)/м^2.

При уплотнении бетонной смеси внутренними вибраторами давление определяют по формуле (1):

$$P_{max} = \gamma\,(0{,}27V+0{,}78)K_1K_2, \qquad (1)$$

где γ - объемная масса бетонной смеси, кг/м^3;

V - скорость бетонирования (скорость заполнения опалубки по высоте), м в течение часа;

K_1 - коэффициент, учитывающий влияние подвижности (жесткости) бетонной смеси, $K_1 = 0{,}8$ для смесей с о.к. (осадкой конуса) 0 - 2 см;

K_2 - коэффициент, учитывающий влияние температуры бетонной смеси:

K_2 = 1,15 для смесей с температурой 5 - 10°С, бетонирование проводилось при пониженной температуре.

Таблица

Требования, предъявляемые к опалубкам

Наименование показателей, единица измерения	Значения показателей для классов		
	1	2	3
Точность изготовления и монтажа*:			
- отклонение линейных размеров швов на длине до 1 м (до 3 м), мм, не более	0,8(1,0)	1,5(2,0)	По требованию заказчика
- отклонение линейных размеров панелей на длине до 3 м, мм, не более	1,5	3	То же
- отклонение от прямолинейности формообразующих элементов на длине 3 м, мм, не более	2	4	-
- отклонения от прямолинейности вертикальных несущих элементов (стоек, рам) опалубки перекрытий на высоте *h*, мм, не более	*h*/1000	*h*/800	-
- разность длин диагоналей щитов высотой 3 м и шириной 1,2 м, мм, не более	2	5	-
- отклонение от прямого угла щитов формообразующих элементов на ширине 0,5 м, мм, не более	0,5	2	-
- сквозные щели в стыковых соединениях, мм, не более	0,5	1	2
- высота выступов на формообразующих поверхностях, мм, не более	1	2	-
- количество выступов на 1 $м^2$, шт., не более	2	4	-
- высота впадин на формообразующих поверхностях, мм, не более	Не допускается	1	-
- количество впадин на 1 $м^2$, шт., не более	То же	2	-

Динамические нагрузки, возникающие при выгрузке бетонной смеси, принимались по таблице Г.1 [1]; Нагрузки от вибрирования бетонной смеси приняты 400 кгс/$м^2$; Коэффициенты запаса при расчете давления бетонной смеси определялся по таблице Г.2 [1].

Расчетная эпюра давления бетонной смеси представлена на рисунке.

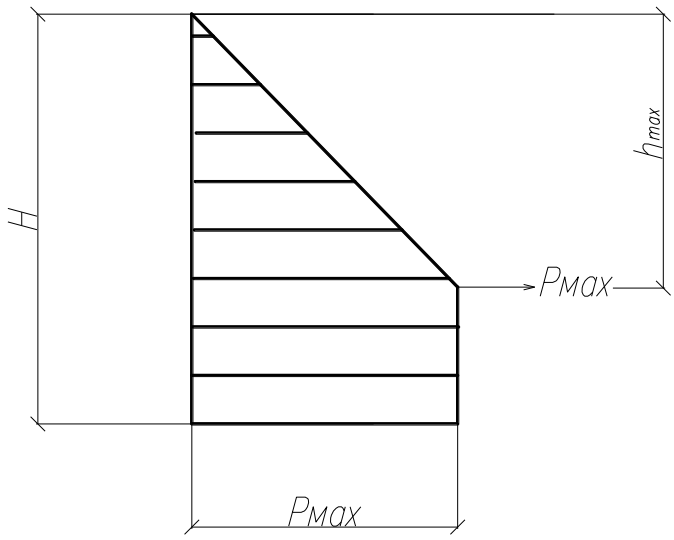


Рис. Эпюра давлений

Hmax - высота, на которой достигается максимальное давление бетонной смеси, м

$$hmax = Pmax/\gamma,$$

где γ - объемная масса для тяжелого бетона, принимается равной 2500 кг/м^3

Монолитные столбы имели следующие геометрические параметры: поперечное сечение – 0,5х0,7 м., высота столбов колебалась от 1,5 – 1,8м. Бетонирование производилось в зимних условиях с электропрогревом бетонной смеси.

Проведя расчеты по данной методике были получены следующие результаты:

1. При устройстве опалубки высотой более 1м необходимо устраивать поперечные несущие элементы.
2. Расположение несущих поперечных элементов с шагом 0,5 м и сечением 40х100 мм позволяет использовать доску толщиной 20 мм для выполнения опалубки.
3. Расположение несущих поперечных элементов с шагом 1м. требует толщину доски опалубки 32-40 мм.

Выводы. Окончательно для бетонирования монолитных столбов была выбрана опалубка толщиной 40 мм, т.к. бетонирование производилось в зимнее время и учитывался вопрос сохранения тепла бетонной смеси.

Литература

1. ГОСТ 52085-2003. Опалубка. Общие технические условия / Госстрой Россия. – М., 2003.
2. СНиП 3.03.01 – 87. Несущие и ограждающие конструкции / Госстрой СССР-М.,1987.- 112 с.

НОВЫЙ СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ПРОГИБОВ БАЛОК И ИХ МОНИТОРИНГ

А.Н. Булычев
Научный руководитель ***В.С. Уткин****, д-р техн. наук, профессор*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В последнее время все более широкое применение для непрерывной оценки (мониторинга) напряженно-деформированного состояния конструкций зданий и сооружений находят методы непрерывного измерения деформаций и прогибов в строительных конструкциях. Ранее оценка технического состояния строительных конструкций обычно выполнялась методами неразрушающего контроля с использованием переносных технических средств. Несмотря на их надежность в работе, основным недостатком данных методов испытаний является то, что они могут быть выполнены в основном в период планового обследования, ремонта или замены отдельных конструкций. Поэтому в настоящее время наряду с существующим неразрушающими методами контроля конструкций начали применятся методы непрерывной диагностики технического состояния конструкций, с использованием систем позволяющих осуществить непрерывный мониторинг за контролируемым объектом.

Основное назначение систем мониторинга заключается в выявлении зарождающихся дефектов и повреждений в материалах различных конструкций, а самое главное в предупреждении разрушений и аварий.

Системы мониторинга обладают следующими преимуществами:

1. В отличие от разовых неразрушающих методов контроля они работают непрерывно и позволяют контролировать параметры технического состояния конструкций в режиме реального времени.

2. Системы мониторинга обладают способностью диагностировать параметры наиболее объективно отражающие техническое состояние конструкций.

3. Применение систем мониторинга позволяет своевременно назначать ремонт конструкций, что обеспечивает большую экономичность эксплуатации конструкций.

Для этого Г.Г. Болдырев [1] предлагает при мониторинге использовать гибкие пьезоэлектрические датчики. Дефекты в конструкциях находятся с использованием волн Ламбе и импедантного метода с последующей математической обработкой результатов измерений.

Одним из основных, а чаще всего и наиболее сложных компонентов системы мониторинга является процесс интерпретации измеренных данных. Для определения напряжений измеряют деформации ε, и по закону Гука вычис-

лят напряжения $\sigma = \varepsilon \cdot E$. При определении прогиба конструкций методом измерения вертикального перемещения в центральной части пролета, необходимо закрепить измерительные приборы перемещений на неподвижной опоре в средней части пролета балки. В некоторых случаях это сделать затруднительно, поэтому Д.Н. Валеев и А.А. Живаеев [2] предлагают определять прогиб через измеренные значения углов поворота сечений балок, а затем теоретически из формул в виде полиномов третьей степени или с помощью функций кубических сплайнов рассчитывать значения прогиба балки.

Данная методика применима для балочных элементов с одним и более пролетами. Измерения углов поворота сечения балки следует производить в местах их наибольших значений (вблизи опор). Недостатком метода является необходимость измерений углов поворота в нескольких сечениях балки (для формирования полинома или сплайна).

Нами предлагается новый способ неразрушающего измерения прогиба металлических балок и балочных плит в строительных конструкциях. На этот способ подана заявка на изобретение и получена приоритетная справка № 2013133368/28(049867). Прототипом способа измерения прогибов (перемещений) был принят электромеханический прибор, содержащий тензорезисторы [3]. Прибор устанавливают на неподвижную опору под балкой, в месте наибольшего прогиба, шток упирают в балку непосредственно или через дополнительную связь, тензорезисторы регистрируют омические сопротивления ΔR, по которым через переводной коэффициент определяется прогиб балки.

Недостатками этого способа является:

- низкая точность измерения прогиба балки вызванная тем, что измерение производится без учета возможного изменения места наибольшего прогиба по длине балки в течение времени эксплуатации;
- необходимость опорного устройства для крепления и связи с балкой прибора, что приводит к ограничению использования пространства под балкой или над балкой на время измерений;
- необходимость устройства защиты прибора от различных воздействий особенно в зимнее время и его охрану при непрерывном измерении прогибов балки, что затрудняет мониторинг прогиба балки.

Целью предлагаемого способа определения прогиба балок и его мониторинга является повышение точности измерений наибольших прогибов в течение эксплуатации балки; проведение мониторинга прогиба балки; измерение прогибов с дистанционным управлением; без нарушения технологических процессов над балкой и под балкой в период измерения прогибов; в любых условиях окружающей среды.

Предлагаемый нами способ измерения прогибов балок и подобных конструкций (ферм, арок, рам) заключается в следующем:

1. Существующими средствами измерения, например с помощью высокоточной геодезической рейки и нивелира, устанавливают значение наибольшего начального прогиба балки Δ_0 в любой момент времени эксплуатации балки и тем самым устанавливают место наибольшего прогиба балки.

2. Несколько рабочих тензорезисторов приклеивают на обоих поясах балки на некотором по длине участке в месте наибольшего прогиба балки на подготовленную поверхность, вдоль главных напряжений σ, а компенсационные тензорезисторы перпендикулярно им в промежутках между рабочими тензорезисторами. В качестве компенсационных тензорезисторов можно использовать рабочие тензорезисторы (например в сжатом поясе), если окружающая среда поясов балки одинаковая.

3. Изолируют тензорезисторы эпоксидной смолой, монтируют известные [3] мостовые схемы из рабочих и компенсационных тензорезисторов. На рис. 1 показана балка с тензорезисторами. Число рабочих тензорезисторов принимают 3-5 в том и другом поясе балки, на возможность смещения наибольшего прогиба балки от тех или иных причин в процессе эксплуатации балки (на участке 15-20 см длины балки).

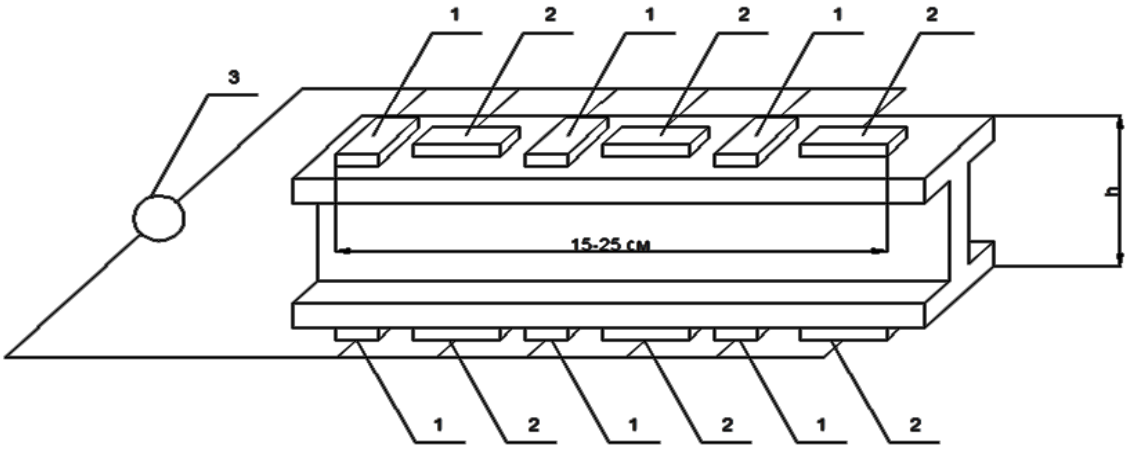


Рис. 1. Условная схема расположения тензорезисторов 1 и 2 и подключение их с многоканальной тензостанцией 3

При увеличении прогиба, изменяется омическое сопротивление тензорезисторов и по соединительным проводам вся информация об этом поступает на тензостанцию.

Полный прогиб определяют по формуле:

$$\Delta(t) = \Delta_0 + r \cdot (|\Delta R_1(t)| + |\Delta R_2(t)|), \quad (1)$$

где Δ_0- начальный прогиб, измеренный нивелиром и высокоточной геодезической рейкой в момент времени $t = 0$;ΔR_1 и ΔR_2 – приращения омических

сопротивлений по абсолютному значению; r- постоянный коэффициент, зависящий от расчетной схемы и вида балки. Так для балки показанной на рис. 2 с $y_{\text{н.о.}} = \frac{h}{2}$ имеем $r = \frac{5l^2}{48 \cdot h \cdot R_0 \cdot k}$, где l – длина пролета балки; h – высота поперечного сечения балки; k – коэффициент тензочувствительности тензорезисторов; R_0 – начальное электрическое (омическое) сопротивления из всех рабочих тензорезисторов с наибольшим значением $|\Delta R_1| + |\Delta R_2|$.

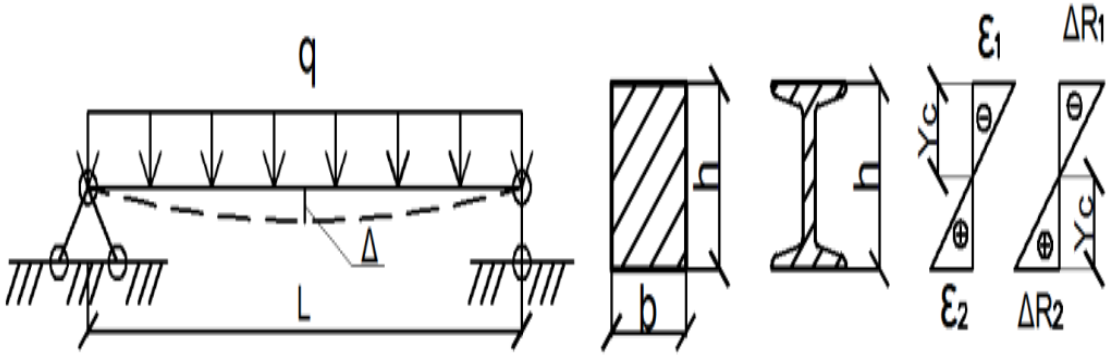


Рис. 2. Однопролетная балка с равномерно распределенной нагрузкой q по всей длине пролета, поперечное сечение и эпюры ε и ΔR

Для других расчетных схем находят значение r с использованием методов строительной механики [4].

Определение прогиба балки в любой момент времени t осуществляют только по результатам измерения сопротивления тензорезисторов по расчетной формуле (1).

Выводы:

По измеренным прогибам Δ оценивается техническое состояние балки путем сравнения прогибов с нормативными значениями по условию $\Delta \leq \Delta_{\text{н}}$. Рост или приближение Δ к $\Delta_{\text{н}}$ свидетельствует о снижении несущей способности и надежности балки и сигнализирует о ее тщательном обследовании для оценки и принятия решения о безопасности ее эксплуатации и определении остаточного ресурса [5]. Надежность (вероятность безотказной работы P) балки определяется по критерию жесткости по модели $\tilde{\Delta} \leq \Delta_{\text{пр}}$, вероятностными или интервальными методами, а остаточный ресурс по значениям $P(t)$ и $P_{\text{пред}}$, как показано на рис. 3а. При необходимости надежность балки определяется по критерию прочности $\tilde{\sigma} \leq \sigma_{\text{пр}}$, где $\tilde{\sigma} = \tilde{\varepsilon} \cdot E$, менее точна, но без теории расчетов надежности остаточный ресурс можно определить по критерию $\tilde{\Delta} \leq \Delta_{\text{пр}}$ только по результатам измерений прогибов, как показано на рис. 3б.

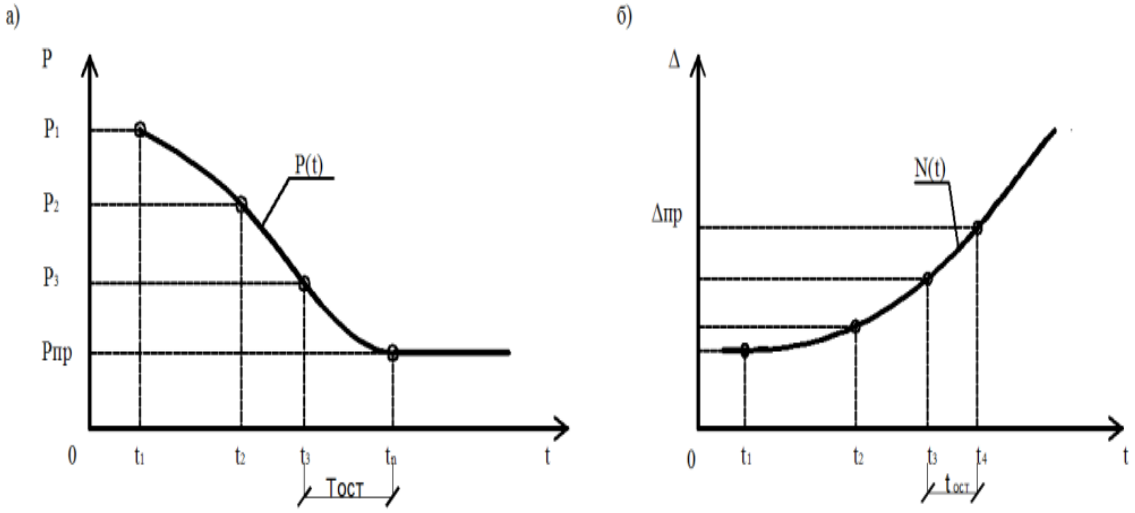


Рис.3. а) диаграмма снижения надежности балки;
б) диаграмма возрастания прогиба балки Δ

В результате предложенного способа повышается точность измерений наибольших прогибов, проведение постоянного мониторинга прогиба балки без нарушения технологических процессов над балкой и под балкой в период измерения прогибов в любых условиях окружающей среды, измерение прогибов с дистанционным управлением. Эксперименты проведенные в лаборатории кафедры ПГС ВоГУ, показали работоспособность предлагаемого способа измерения прогибов.

Литература

1. Болдырев Г.Г. Почему надо применять системы мониторинга конструкций:http://www.npp-geotek.ru/documents/article/why_must_we_use.

2. Валеев Д.Н., Живаев А.А. Методика определения прогиба конструкций: http://www.npp-geotek.ru/documents/article/methods_of_determ .

3. Землянский А.А. Обследование и испытание зданий и сооружений: учебное пособие. - М.: Изд-во АСВ, 2001.- 240 с.

4. Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. Справочник по сопротивлению материалов.- М.: Изд-во «Наукова Думка», Киев, 1975.- 703с.

5. Булычев А.Н. Разработка методик расчетов временного остаточного ресурса: Молодые исследователи-регионам: материалы международной научной конференции.-Вологда: ВоГТУ, 2013.-Т.1.- С. 154-156 .

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРЫ В ПЛАСТБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

Н.С. Бусыгин, А.О. Тихомиров
Научный руководитель ***Т.В.Туева****, ст. преподаватель*
Череповецкий государственный университет
г. Череповец

Композитные материалы – это современный вид строительной продукции, которая с каждым годом упрочняет свои позиции на рынке новейших материалов. Сфера использования композитов практически безгранична. Это и малоэтажное строительство, и кабельная промышленность, и специальные устройства для добычи полезных ископаемых. Таким образом, можно с уверенностью сказать, что потенциал развития композитной продукции по-настоящему огромен.

В настоящее время при производстве различных типов армированных бетонов все чаще стали применяться композиционные технологи и материалы. В частности, образцы стеклопластиковой арматуры благодаря высокой прочности позволяют заменить обычную стальную арматуру марки А-III на объектах промышленного и гражданского строительства. А базальтовая композитная сетка (СБП-С) уже сейчас повсеместно применяется в дорожном строительстве и армировании каменных конструкций.

Основные направления использования композитных материалов:

- объекты жилищно-гражданского и промышленного строительства;
- дорожное строительство, в частности укладка верхнего слоя дорожного покрытия;
- строительство мостов различного назначения;
- при армировании бетонных емкостей и хранилищ в очистных сооружениях и на территории химических производств;
- при устройстве канализации и водоотведения;
- для укрепления береговой линии;
- в морских и припортовых сооружениях;
- для устройства фундаментов ниже нулевой отметки в залегании;
- в виде опор контактных сетей.

Применение стеклопластиковой арматуры позволит сэкономить до 40% средств по сравнению с металлической арматурой, а также обеспечит удобство и легкость армирования конструкций благодаря малому удельному весу (в 4-5 раз легче, чем стальная арматура).

Таблица

Сравнительные характеристики по физико-химическим свойствам

Характеристика	Металлическая арматура класса А-III	Композитная арматура
1. Материал	сталь	стеклоровинг, связанный полимером на основе эпоксидной смолы
2. Предел прочности при растяжении, МПа	390	1300
3. Относительное удлинение, %	25	2.2
4. Плотность, т/куб.м	7	1.9
5. Коррозийная стойкость	коррозирует	нержавеющий материал
6. Теплопроводность	теплопроводна	нетеплопроводна
7. Электропроводность	электропроводна	диэлектрик
8. Выпускаемые профили, диам. мм	6-80	4-24

После обзора свойств композитной арматуры производились испытания арматурных выпусков на вырыв из бетонной конструкции. Результаты испытаний арматурных выпусков из стеклопластика и их анализ.

Анализ лабораторных испытаний стеклопластиковых выпусков в процессе воздействия на них продольных относительно их оси усилий позволяет отметить следующее:

1. Величины предельных разрушающих нагрузок для арматурных выпусков из стеклопластика диаметром 8 мм, установленных в монолитный бетон, составили:

- 34.0-38.0 кН - при глубине анкеровки 150 мм;
- 47.0-44.0 кН - при глубине анкеровки более 180 мм.
- $N_{расч}$ = 504 кгс - при глубине анкеровки 150 мм;
- $N_{расч}$ = 637 кгс - при глубине анкеровки более 180 мм.

За расчетное усилие вырыва арматурных выпусков из стеклопластика диаметром 8 мм, установленных в монолитный бетон, в соответствии с методикой принятой в ФГУ «ФЦС», следует принимать нагрузку на выпуск.

2. По результатам лабораторных испытаний арматурных выпусков из стеклопластика диам. 8 мм, установленных в монолитный бетон, рекомендуется за расчетное усилие вырыва выпусков в соответствии с методикой испытаний, принимать нагрузку на выпуск, составляющую:

- $N_{расч}$ =1000 кгс - при глубине анкеровки 150 мм.
- $N_{расч}$ =1500 кгс - при глубине анкеровки более 180 мм.

Анализ результатов лабораторных испытаний на вырыв арматурных выпусков из стеклопластика диам. 8 мм, установленных в монолитный бетон, позволяет отметить следующее.

1. По результатам лабораторных испытаний за расчетную нагрузку вырыва арматурных выпусков из стеклопластика диаметром 8 мм, установленных в монолитный бетон, следует принимать усилие равное:

- $N_{расч}$ =1000 кгс - при глубине анкеровки 150мм.
- $N_{расч}$ =1500 кгс - при глубине анкеровки более 180 мм.

2. Указанное расчетное усилие может быть принято при соблюдении требований фирмы-изготовителя стеклопластиковой арматуры в части технологии ее установки и глубины анкеровки в соответствии с проектом.

Экспериментальные исследования бетонных конструкций, армированных стеклопластиковой арматурой, на динамические (сейсмические) воздействия. Лабораторные испытания фрагментов стеновых панелей образцов 1 – 1V серии проводились на действие сейсмической нагрузки, соответствующей 7-9 бальной сейсмике.

В процессе испытаний частота динамической нагрузки изменялась в интервале от 2.6 до 16.6 Гц. При этом скорость нагружения образцов осуществлялась в интервале от 200 до 300 циклов в минуту, что отвечает скорости нагружения строительных конструкций при сейсмических нагрузках.

Анализ результатов динамических испытаний бетонных панелей с трещинами, армированных стеклопластиковой арматурой, выполненных на виброплатформе позволяет сделать следующие выводы:

1. В соответствии с программой экспериментальных исследований были испытаны 4 серии образцов бетонных панелей, армированных стеклопластиковой арматурой.

2. В процессе испытаний ускорение в уровне основания платформы колебалось от 11,2 до 945,4 см/с^2, что соответствует сейсмическому воздействию от 5 до 9 баллов. В результате испытаний при динамических воздействиях, соответствующих 9-бальной сейсмике, не обнаружено механических повреждений арматуры в испытанных образцах.

3. Стеклопластиковая арматура может быть рекомендована для применения в качестве рабочей арматуры в бетонных конструкциях, используемых в районах с сейсмичностью 7 – 9 баллов. Диаметр арматуры должен приниматься в соответствии с проектом.

Литература

1. Название сайта http://www.yazk.ru
2. Название сайта http://www.armaturaperm.ru

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ СТЕН ПО СИСТЕМЕ DURISOL

А.А. Виноградов
Научный руководитель ***Т.В. Назмеева****, ст. преподаватель*
Череповецкий государственный университет
г. Череповец

Технология Durisol (Дюрисол) была разработана в 30-е годы в Европе. Получила распространение после второй мировой войны. В своем объеме ДЮРИСОЛ на 80-90% состоит из щепы хвойных деревьев, обработанной минеральными добавками и скрепленной портландцементом. Это экологичный, легкий, прочный и долговечный материал.

Система Durisol относиться к системам несъемной опалубки, которые ускоряют процесс возведения стен. Блок представляет собой прямоугольную ячейку, с пазами для крепления блоков друг к другу по бокам. В наружном слое располагается утеплитель, а во внутреннем бетонное ядро.

В качестве утеплителя используется пенополистирол либо минеральная вата. Вставка утеплителя производится непосредственно на предприятии производителя. Размер вкладыша составляют: 70, 100, 120 и 140 мм. По технологии Durisol также производятся блоки без вкладышей утеплителя.

Представляется актуальным использовать данную систему при строительстве малоэтажных жилых домов и социальных объектов на территории Вологодской области. В области достаточно отходов щепы и область нуждается в доступных строительных технологиях для обеспечения жителей жилыми домами и объектами инфраструктуры в удаленных районах, таких как Грязовец, Бабаево, Вытегра и т.д. По данной технологии уже возведены жилые многоквартирные дома в поселке Марфино Вологодского района. На кафедре строительства ЧГУ ведутся разработки проектов экономически эффективных социальных объектов для Вологодской области, и была рассмотрена целесообразность использования данной технологии для этих целей на основании технико-экономического сравнения с другими строительными технологиями. Для сравнения были выбраны следующие варианты конструкции наружных стен (рис. 1):

1 вариант - стена из керамического кирпича с использованием минеральной ваты в качестве утеплителя и оштукатуриванием обеих сторон стены;

2 вариант - стена из газобетона марки Ytong с вентилируемым фасадом из керамогранитных плит на металлической подсистеме с оштукатуриванием внутренней поверхности;

3 вариант - стена по технологии Durisol из блоков с вкладышами из пенополистирола с оштукатуриванием обеих сторон стены.

Рис. 1. Варианты сравниваемых типов стен

Теплотехнический расчет выполнен для г. Вологды с требованиями для детского дошкольного учреждения. При данных условиях для расчета значение $R_{0,треб}$=3,618 (м^2·К/Вт)[2]. Для варианта 1 подбиралась толщина минераловатного утеплителя, а для вариантов 2 и 3 проводилась проверка необходимости внешнего утепления. На рис. 2 приведены показатели фактического сопротивления теплопередачи ($R_{0,факт}$,м^2·К/Вт).

Вариант 1:

Таблица 1

слой	толщина,δ, м	λ, Вт/м^2·К
песчаная штукатурка	0,02	0,81
керамический кирпич на цементно-песчаном растворе	0,125	0,47
теплоизоляция rockwool	?	0,04
керамический кирпич на цементно-песчаном растворе	0,25	0,47
песчаная штукатурка	0,02	0,81

δ_3=0,095 м, принимаем δ_3=0,1 м. $R_{0,факт}$ = 3,73 (м^2·К/Вт)

Вариант 2:

Таблица 2

слой	толщина,δ, м	λ, Вт/м^2·К
воздушный зазор	0,05	0,18
теплоизоляция rockwool	?	0,04
газобетон ytong	0,375	0,1
песчанная штукатурка	0,02	0,81

δ_3=-0,023 м, утепление не требуется. $R_{0,факт}$ = 4,21 (м^2·К/Вт)

Вариант 3:

Таблица 3

слой	толщина,δ, м	λ, Вт/м^2·К
теплоизоляция rockwool	?	0,04
песчанная штукатурка	0,02	0,81
арболит	0,04	0,16
пенополистирол	0,175	0,05
бетон	0,12	1,69
арболит	0,04	0,16
песчанная штукатурка	0,02	0,81

δ_3=-0,66 м, утепление не требуется. $R_{0,факт}$ = 4,28 (м^2·К/Вт)

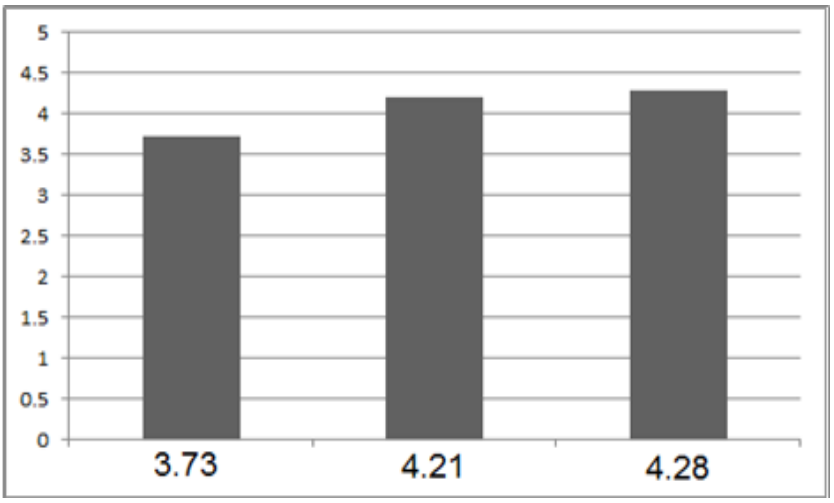


Рис. 2. Сравнительная диаграмма по теплоэффективности, $R_{0,факт}$

Таким образом, конструкция стены системы Durisol имеет показатели по теплоэффективности выше, чем остальные варианты конструкции стен и соответствует предъявляемым требованиям.

Трудоемкость работ по возведению конструкций определена по ТЕР-2001 Вологодской области [3] (табл. 4). Расчет произведен на 1м^2 стены.

Трудоемкость возведения стены из керамического кирпича на 44% больше, чем по технологии Durisol, а трудоемкость устройства стены из газобетона больше в 3 раза по сравнению с Durisol.

Стоимость работ и материалов определена по фактическим ценам запроса котировок. В стоимости работ не учтена доставка материала до объекта. Компания Durisol производит доставку блоков до любого объекта бесплатно. Результаты определения стоимости представлены в таблицах 5 и 6.

Таблица 4

Виды работ	Вариант 1 - кирпич (чел/ч)	Вариант 2- газобетон (чел/ч)	Вариант 3 - Durisol (чел/ч)
Кладка	2,15	1,66	1,04
Штукатурка	1,17	0,59	1,17
Армирование	-	-	0,02
Бетонирование	-	-	0,28
Фасад	-	5,24	-
Техника:			
кран	0,15	0,17	0,15
бетононасос	-	-	0,02
Общая трудоемкость	3,32	7,49	2,51

Таблица 5

Материалы	Вариант 1 – кирпич (руб)	Вариант 2 – газобетон (руб)	Вариант 3 – Durisol (руб)
Стеновой материал	1368	1657,5	2584
Арматура	125	23,7	23,7
Раствор/клей	322	78,75	-
Утеплитель	200	-	-
Штукатурка	148	74	148
Фасад	-	1050	-
Бетон	-	-	420
Итого:	2163	2883,95	3389

Таблица 6

Виды работ	Вариант 1 – кирпич (руб)	Вариант 2 – газобетон (руб)	Вариант 3 – Durisol (руб)
Кладка	798	562,5	450
Штукатурка	500	250	500
Фасад	-	800	-
машины:			
кран	180	204	180
бетононасос	-	-	80
Итого	1478	1816,5	1210

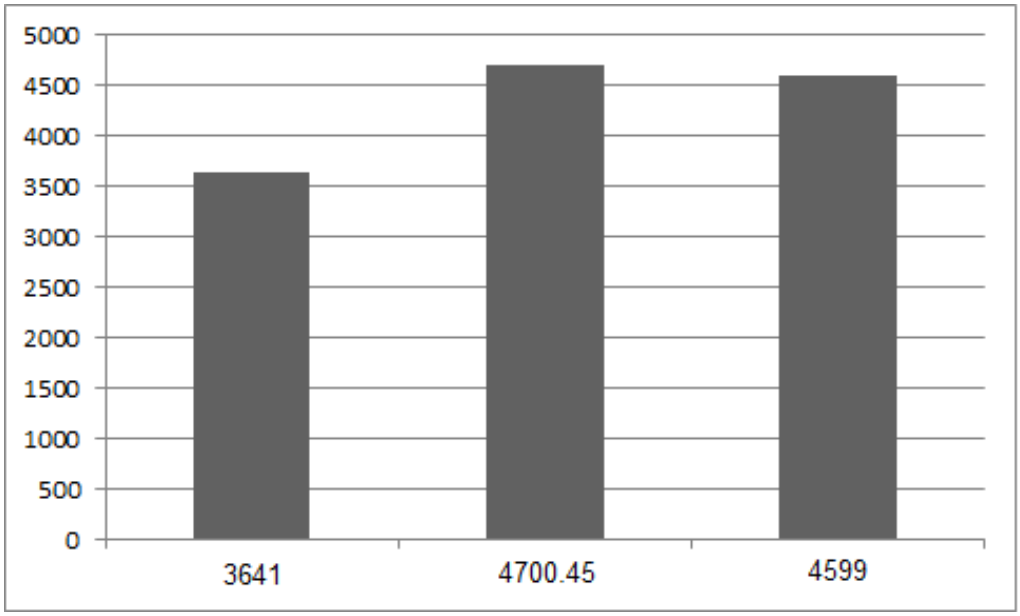


Рис. 3. Сравнение стоимости 1м^2 стены

Наименьшая стоимость из трех вариантов получается при возведении стен из керамического кирпича. Стоимость возведения стены по технологии Durisol на 26 % больше. Стоимость возведения стен из газобетона превышает стоимость из кирпича на 29%.

В совокупности при оценке трех показателей: теплоэффективность, трудоемкость и стоимость, система Durisol имеет преимущества по сравнению с другими вариантами. Несмотря на то что стоимость по сравнению с вариантом возведения стен из керамического кирпича превышает на 26%, значение трудоемкости работ ниже на 28%, что позволяет сократить накладные расходы, связанные с продолжительностью производства работ, которые не учтены в данных расчетах.

Литература

1. СП 131.13330.2012. Строительная климатология.- М., 2012.

2. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003.- М., 2012.

3. ТЕР-2001 Вологодской области.- Вологда, 2010.

ИССЛЕДОВАНИЕ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ ДЛЯ ПОКРЫТИЯ ТРОТУАРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АСФАЛЬТОВОГО ГРАНУЛЯТА И РЕЗИНОВОЙ КРОШКИ С ЦЕЛЬЮ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ

А.А. Волкова, А.Л. Кузьмина
Научный руководитель ***М.Ю. Белозор****, канд. техн. наук, доцент*
Череповецкий государственный университет
г. Череповец

Асфальтобетонные покрытия являются основным типом покрытий автомобильных дорог и городских улиц с интенсивным движением транспортных средств.

Широкое применение объясняется рядом преимуществ по отношению к другим видам покрытий, таких как относительная дешевизна строительства, ровность и прочность покрытия, высокий коэффициент сцепления шин с дорогой и др.[1]

Важность строительства качественного дорожного покрытия состоит в обеспечении комфортного и безопасного движения автомобильного транспорта. Однако в процессе эксплуатации асфальтобетонное покрытие находится под воздействием различных факторов, в результате которых происходят необратимые изменения свойств и структуры асфальтобетона в слое покрытия, снижающие его долговечность.

Важнейшей характеристикой дорожных асфальтобетонных покрытий является долговечность - это время, в течение которого покрытие сохраняет свои основные эксплуатационные свойства на уровне, удовлетворяющем требованиям нормативно-технической документации. Проектную долговечность необходимо учитывать при конструировании дорожных одежд, разработке новых технологий приготовления асфальтобетонных смесей, проектировании их составов, применении модифицирующих добавок в процессе получения смесей с целью улучшения их качества.

В большинстве случаев долговечность асфальтобетонного покрытия является главным критерием при выборе составов асфальтобетонных смесей, технологий их приготовления и применения [2].

Проанализировав различные факторы, наиболее важными следует признать производственные, так как на них можно повлиять еще до сдачи готового асфальтобетонного покрытия в эксплуатацию.

Сегодня в России и, в частности, в нашем регионе остро стоит проблема экономии денежных средств и энергоресурсов. В этой связи особое значение приобретает разработка новых строительных материалов на основе техноген-

ных отходов, экономическая эффективность которых существенно возрастает при использовании децентрализованного накопления отходов.

Производство строительных материалов является наиболее материальной отраслью потребления не только природного сырья, но и техногенных отходов.

Массовое накопление отходов производства и потребления свидетельствует об отсутствии или несовершенстве технологических процессов переработки, низком и нерациональном использовании отходов в качестве вторичных материальных ресурсов и определяет необходимость решения экологических проблем.

На основе теоретических и экспериментальных исследований установлена возможность и целесообразность использования асфальтового гранулята при производстве асфальтобетонных смесей, которые по физико-механическим свойствам будут соответствать требованиям ГОСТ 9128-2009 «Смеси асфальтобетонные, дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия». Использование отходов в качестве вторичных материальных ресурсов позволяет решать экологические проблемы.

Асфальтовый гранулят – продукт измельчения отходов асфальтобетонных покрытий, представляет собой смесь мелкого щебня, песка и битумных остатков. Основной целью применения асфальтового гранулята в асфальтобетонах является его использование как вторичного материала для строительства оснований и покрытий.

Все исследования проводились на базе лаборатории асфальтобетонного завода ПК «Асфальт». В ходе предварительных исследований выполнены испытания более 60 образцов асфальтового гранулята и асфальтогранулобетонной смеси с целью определения их физико-механических характеристик.

В качестве гранулята использовали продукты холодного фрезерования асфальтобетонных покрытий в городе Череповце.

Для приготовления смеси определяли гранулометрический состав асфальтового гранулята с целью оценки его соответствия требованиям, установленным в ГОСТ 9128-2009.

Гранулометрическая кривая рассева асфальтового гранулята приведена на рис.1.

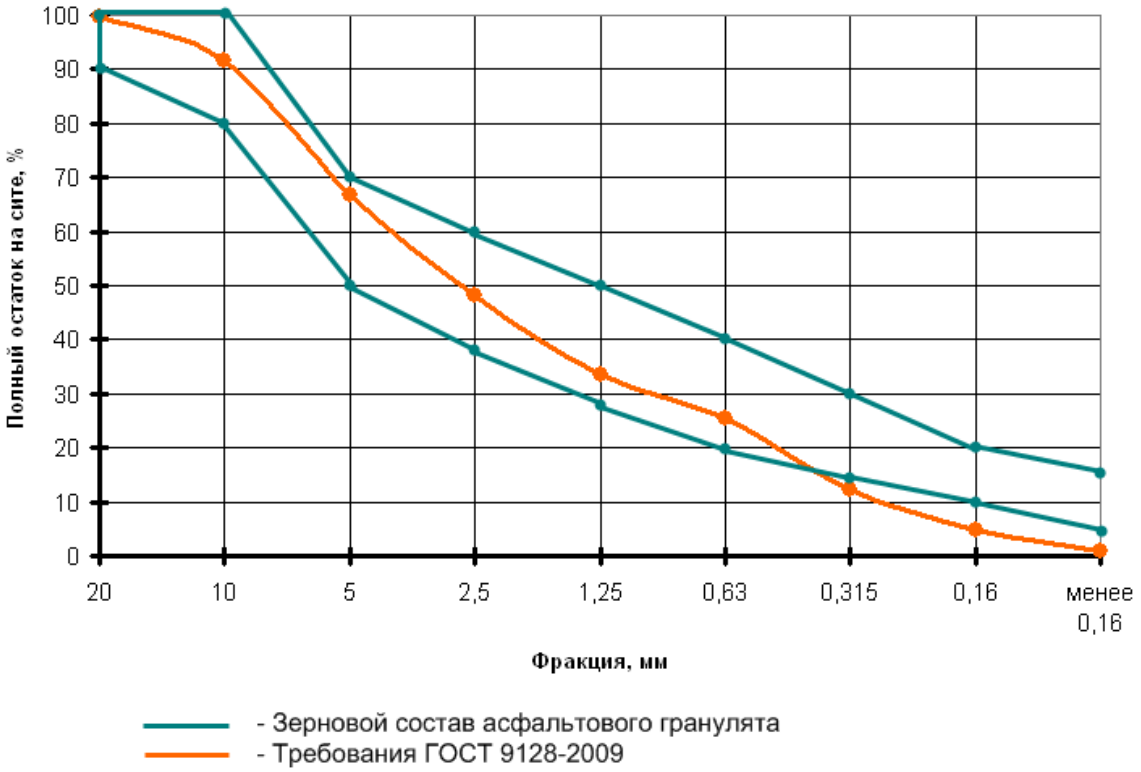


Рис. 1. Гранулометрическая кривая рассева асфальтового гранулята

Данные предварительных испытаний представлены в таблице.

Таблица

Физико-механические характеристики

Смесь	Предел прочности при сжатии, кг/см^2			
	0^0C	20^0C	50^0C	20^0C после водонасыщения
Песчаная плотная а/б смесь Д-2	7,8	2,7	1,3	2,5
Асфальтовый гранулят	3,45	2,35	0,3	1,35
А/б смесь Д-2+ асф, гранулят	3,25	3,35	0,4	1,6
А/б смесь Д-2+ асф, гранулят+ 2% бит, эмульсия	3,7	2,2	1,6	1,8
А/б смесь Д-2+ асф, гранулят+4% бит, эмульсия	4,0	2,3	0,8	1,9

Дальнейшие исследования будут посвящены экспериментально-теоретическому обоснованию и технологическому подтверждению возможности получения эффективных строительных материалов с использованием резиновой крошки - продукта переработки изношенных шин - в качестве сырьевого компонента при производстве асфальтогранулобетона.

Проблема утилизации автомобильных шин является острейшей проблемой 21 века, как с экологической, так и экономической точки зрения.

Шины составляют основной объем выпускаемых резиновых изделий и основную долю вторичного резинового сырья, и изначально являются высококачественным полимерным материалом, который целесообразно использовать вторично.

Крошка резиновая шинная (КР) ТУ 2519-001-59740985-05 (композиционный эластомерный порошок, чистота резины 99,9%), полученная методом взрывоциркуляционного измельчения изношенных шин с последующим отделением металлического и текстильного кордов с помощью классификационного и сепарационного оборудования, крошка по внешнему виду представляет собой гранулы чёрного цвета.

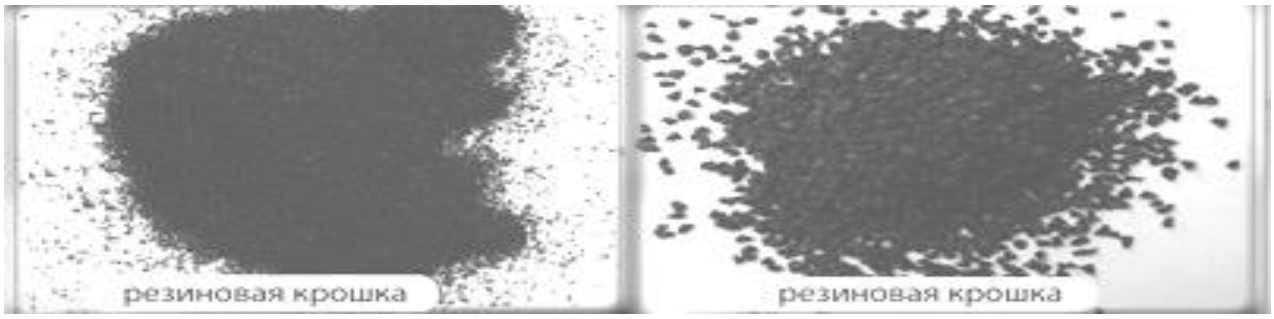


Рис. 2

Завод-изготовитель гарантирует следующие качественные параметры шинной крошки (композиционного эластомерного порошка):

- Массовая доля воды, не более 1,0%;
- Массовая доля остатков кордного волокна, не более 0,5%;
- Массовая доля частиц чёрных металлов (после магнитной сепарации), не более 0,1%;
- Насыпная плотность, (на момент изготовления) 460 кг/м^3.

Продуктами являются асфальтобетон с комплексным использованием отходов (асфальтового гранулята и резиновой крошки), которые по физико-механическим показателям соответствуют требованиям ГОСТ 9128-2009 и ГОСТ 12801-98.

Экономический анализ вариантов восстановления дорожного покрытия показывает, что технология холодной регенерации относится к наиболее экономичному способу восстановления дорожной одежды, благодаря тому, что асфальтогранулобетонная смесь изготавливается в основном из старого асфальтобетона, что приводит к уменьшению затрат.

Потенциальными потребителями асфальтобетонной смеси с использованием асфальтового гранулята и резиновой крошки являются асфальтобетонные заводы г. Череповца и Череповецкого района.

В настоящее время на территории нашего региона отсутствуют асфальтобетонные заводы, использующие в своем производстве асфальтовый гранулят и резиновую крошку.

Вывод.

Обладая достоинством способа переукладки, метод холодной регенерации выгодно отличается от традиционного способа ремонта своей экономичностью. По ресурсосбережению этот метод не имеет себе равных. Он позволяет более эффективно использовать материалы старой дорожной одежды. Проведение восстановительных работ без разогрева старого материала наносит минимальный ущерб окружающей среде.

Покрытия с применением резиновой крошки позволяют снизить уровень шума и вибрации при движении автотранспорта, сокращают тормозной путь.

Внедрение новых технологий, техники, конструкций и материалов – важнейший фактор достижения экономической эффективности, ресурсо – и энергосбережения, соблюдения экологических требований, обеспечения безопасности движения при проектировании, строительстве, реконструкции, ремонте и эксплуатации дорог, и дорожных сооружений.

Литература

1. Котлярский Э.В. Строительно-технические свойства дорожного асфальтобетона. - М., 2004.

2. Котлярский Э.В., Воейко О.А. Долговечность дорожных асфальтобетонных покрытий и факторы, способствующие разрушению структуры асфальтобетона в процессе эксплуатации. – М., 2007.

3. Гезенцвей Л.Б., Горелышев Н.В., Богуславский А.М., И.В. Королев Дорожный асфальтобетон. - М.: Транспорт, 1985.

4. ГОСТ 9128-2009 Смеси асфальтобетонные, дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия.- М.: Стандартинформ, 2010. Дата введения – 2011.01.01.

5. ГОСТ 12801- 98 Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний.- М., 1998. Дата введения – 1999.01.01

6. СТО НОСТРОЙ 2.25.35-2011 Автомобильные дороги. Устройство оснований дорожных одежд. Часть 7. Строительство оснований с использованием асфальтобетонного гранулята.- М., 2011.

7. Калашников Т.Н., Сокольская М.Б. Производство асфальтобетонных смесей: учебное пособие. – М.: ЭКОН, 2004. -192 с.

8. Коганзон М. С. Проблемы развития автомобильных дорог и повышение сроков службы дорожных одежд // Строительство и эксплуатация автомобильных дорог: задачи и решения. - М., 2001. - С. 20-29.

РАСЧЕТ НАДЕЖНОСТИ ПРОСТЕНКА КИРПИЧНОГО ЗДАНИЯ ПРИ ОГРАНИЧЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ О НАГРУЗКЕ

Н.В. Горева
Научный руководитель ***В.С.Уткин****, д-р техн. наук, профессор*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В настоящее время существуют нормативные документы, такие как ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния» (с 01.01.2014 вводится межгосударственный стандарт), а также ЦНИИПРОМЗДАНИЙ «Рекомендации по оценке надежности строительных конструкций зданий и сооружений по внешним признакам», в которых изложена методика для оценки надежности каменных конструкций на основе имеющихся в них повреждений и дефектов, а также оценка технического состояния зданий или сооружений по состоянию отдельных конструктивных элементов.

Появление визуальных признаков (трещин, сколов, расслоений) в кирпичной кладке - это, можно сказать, индикатор, симптом, а не само заболевание. Причиной появления может быть перегруз стены, осадка фундамента, температурные деформации или комплекс нескольких причин. Нужно искать причину и оценивать влияние «признака» или «признаков» на безопасность.

Для оценки значения надежности конструкции иногда используется теория «слабого звена» (слабого элемента). Для несущих кирпичных стен мы предлагаем выбрать простенок. Простенки являются элементами наружного каркаса здания и служат опорой элементов, расположенных над ними. Так как эти элементы, входящие в ограждающие несущие конструкции, имеют самую большую нагрузку, по сравнению с другими конструкциями, то в них интенсивнее всего накапливаются повреждения, которые приводят к снижению надежности.

В стандарте ГОСТ Р 54257-2010 «Надежность строительных конструкций и оснований» под надежностью понимается способность конструкций и оснований выполнять требуемые функции в течение расчетного срока эксплуатации. Надежность механических систем (зданий и сооружений) определяется, прежде всего, надежностью отдельных несущих элементов систем и их структурой (последовательной, параллельной, смешанной) в понятиях теории надежности. Основным показателем надежности строительных объектов является невозможность превышения в них предельных состояний при действии наиболее неблагоприятных сочетаний расчетных нагрузок в течение расчетного срока службы.

Профессором ВоГУ В.С.Уткиным были разработаны методы расчета надежности оснований и фундаментов по критериям несущей способности и деформациям. В работе был использован простенок для определения нагрузки на основание фундамента по его остаточной прочности и на момент времени t, однако не рассматривалась методика определения прочности кладки простенка.

Перед нами стоит проблема – оценка механической безопасности здания по критерию прочности несущих стен, для чего используется теория слабого звена. В качестве такого слабого звена выбран простенок. Для этого предварительно обследуются все (или часть) простенков и выбирается по внешним признакам наименее надежный (по методике ЦНИИПРОМЗДАНИЙ).

В связи с этим стоят две проблемы:

1. Определение нагрузки на простенок
2. Определение прочности кирпичной кладки

Нагрузка и прочность – случайные величины, значения которых определяются по многократным результатам измерений, обработка которых, проводится вероятностно-статическими или интервальными методами.

Расчет надежности (обеспеченности безотказной работы) кирпичного простенка в ряде случаев является не простой задачей. Для оценки надежности любой конструкции необходима статистическая информация о случайных параметрах в математических моделях предельных состояний.

Частично *первая проблема* была решена магистрантом Шепелиной Е. для основания фундамента следующим образом. На поверхность фундамента наклеивают три тензорезистора, измеряют их омическое сопротивление R_0, устраивают карман, выше тензорезисторов, вновь измеряют сопротивление тензорезисторов R_1, и по формуле $\varepsilon = \frac{R_1 - R_0}{kR_0}$ находят деформацию ε, а по формуле $\sigma = \varepsilon \cdot E$ значение напряжения, E - модуль упругости материала кладки, k - коэффициент тензочувствительности. Тензорезисторы изолируют от внешнего воздействия, выше тензорезисторов устаивают карман, карман продувают и высушивают, в карман вводят камеру в форме сегмента круга, предварительно смазанную эпоксидной смолой, и для контроля давления (напряжения σ), в камеру нагнетают масло, до возвращения сопротивления тензорезистора до R_0. Должно выполняться равенство σ=p, где p – давление масла.

Недостатками этого способа является ослабление фундамента. Особенно существенным оно оказалось бы для простенка с его малыми размерами. В связи с этим, нами разработан другой способ определения и мониторинга нагрузки на простенок, который проверен экспериментально в лаборатории ПГС и находится в стадии оформления заявки на изобретение.

Вторая проблема. Для определения прочности кирпича в кирпичной кладке простенка имеются следующие решения:

В отечественных нормах прочность кладки при сжатии определяется по эмпирической зависимости $R_u = A \cdot R_1 \left(1 - \frac{a}{b + R_2 / R_1}\right) \cdot \gamma$, где R_u, R_1, R_2 - пределы прочности при сжатии кладки, γ - поравочный коэффициент, a,b – эмпирический коэффициент, предложенной Л.И. Онищиком, для различных сочетаний прочностных характеристик кладочных элементов и раствора.

В настоящее время часто применяют приборы неразрушающего контроля (ИПГ-МГ4.01, тестовый молоток Шмидта), а также ультразвуковой метод или метод, основанный на измерении энергии при сверлении раствора шва. Следует отметить, что вышеприведенные методики позволяют получить скорее качественные, чем количественные показатели прочности растворных швов.

Существует запатентованная за рубежом методика испытаний кладочного раствора на образцах цилиндрической формы, отобранных из тела каменной кладки [1]. Однако недостатками данного метода является сложность отбора образцов, внесение повреждений в растворе образца, малая точность.

Вероятностно-статистические методы расчетов надежности, в том числе кирпичного простенка, получили определенное теоретическое обоснование и применение в инженерных расчетах надежности, где изложена суть этих методов для несущих элементов [2, 3, 4 и др.]. Например, по критерию прочности определяется вероятность события:

$$X \le Y, \tag{1}$$

где X – обобщенная нагрузка на кирпичный простенок; Y – прочность кирпича в кирпичном простенке. X и Y являются случайными величинами.

Рассмотрим расчет надежности кирпичного простенка по критерию прочности кирпича (по несущей способности), используя расчетную модель вида:

$$\tilde{\tilde{F}} \le \tilde{\tilde{F}}_{пр}, \tag{2}$$

где $\tilde{\tilde{F}}$ – эксплуатационная нагрузка на кирпичный простенок, которая, в силу ограниченности информации, как будет показано ниже, будем описывать усеченным интервальным распределением;

$\tilde{\tilde{F}}_{пр}$ – предельное сопротивление кирпичной кладки простенка, определяемое формулой:

$$\tilde{F}_{пр} = \tilde{R} \cdot A_{пр}, \tag{3}$$

где $\tilde{R}$ – прочность кирпичной кладки простенка, которую определяем по результатам испытаний 3-х половинок кирпичей из кирпичной кладки простенка. При такой ограниченной информации случайную величину, названную нечеткой переменной, описывают возможностным методом.

$A_{пр}$ – площадь поперечного сечения одного простенка здания (представляющего опасность).

На сегодняшний день главная методологическая и практическая проблема заключается в определении нагрузки на кирпичный простенок эксплуатируемого здания $\tilde{F}$ с учетом её изменчивости.

Как правило, нагрузка на кирпичный простенок определяется подсчетом весов элементов конструкций и нормативными значениями эксплуатационной нагрузки (мебель, оборудование, люди и т.д.). Этот метод для жилых зданий на стадии многолетней эксплуатации сопряжен с большими трудностями, затратами времени и денежных средств.

В связи с этим, нами предлагается новый подход к определению нагрузки на кирпичный простенок с учетом ее изменчивости для зданий, как было отмечено выше. Для усеченного интервального распределения выявляются два значения нагрузки, одно из которых – наименьшее F_0, а другое – наибольшее $\tilde{F}_{пр}$. Наименьшее значение F_0 принимается по результатам сбора нагрузок на стадии проектирования, содержащихся в проектной и другой документации здания или сооружения. Наибольшее значение $\tilde{F}_{пр}$ определяется косвенным путем по формуле (3).

Нагрузки F_0 и $\tilde{F}_{пр}$ примем точными крайними значениями случайной величины $\tilde{F}$. Среднее значение нагрузки $F_{ср} = \overline{F}$ примем в виде $\overline{F} = (F_0 + \tilde{F}_{пр})/2$. Предлагается случайную величину – нагрузку $\tilde{F}$ при имеющейся статистике о ней характеризовать (описывать) усеченным интервальным распределением. Сущность этого распределения рассмотрим в общем виде при описании «ограниченной» случайной величины, для общности обозначенной *X*, с известными значениями среднего m_x и точных границ (ограничений) изменчивости *a* и *b*. Хотя такая ограниченная информация не позволяет выявить точное распределение случайной величины в виде функции распределения $F_X(x)$, но дает возможность построить граничные функции распределения (нижнюю $\underline{F}_X(x)$ и верхнюю $\overline{F}_X(x)$) множества $\{x\}$. В результате такого подхода получены граничные функции распределения случайной величины X вида:

$$\underline{F}_X(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x \le m_X \\ \dfrac{x - m_X}{x - a}, & \text{если } m_X \le x \le b \\ 1, & \text{если } x \ge b \end{cases} \qquad \overline{F}_X(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x \le a \\ \dfrac{b - m_X}{b - x}, & \text{если } a \le x \le m_X \\ 1, & \text{если } x \ge m_X \end{cases} \qquad (4)$$

В графическом виде усеченное интервальное распределение имеет вид, показанный на рисунке.

Истинная, но неизвестная, функция распределения $F_X(x)$ находится в границах интервала $\underline{F}_X(x) \le F_X(x) \le \overline{F}_X(x)$, в заштрихованной области риунка.

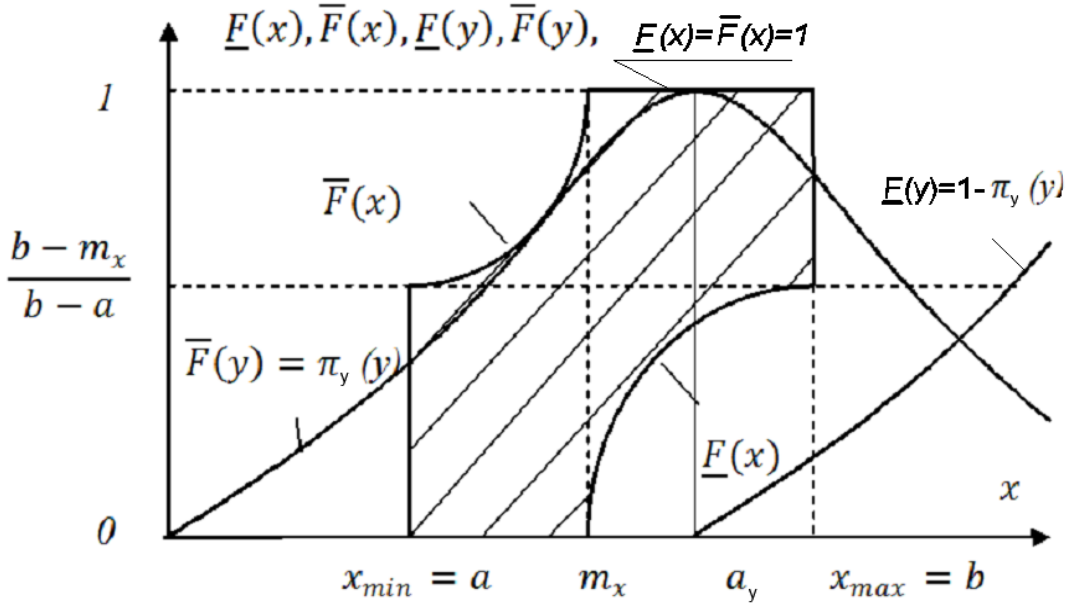


Рис. Функция $\pi_Y(y)$ распределения возможностей нечеткой переменной Y и функции $\overline{F}_X(x)$ и $\underline{F}_X(x)$

Случайную величину, определяемую по результатам испытаний образцов кирпича (n=3), будем описывать возможностным законом распределения [2,3,4] с функцией распределения возможностей, например для случайной величины $Y = \tilde{R} \cdot A_{np}$, :

$$\overline{F}_y(y) = \pi_y(y) = \exp\left\{-\left[\left(y - a_y\right)/b_y\right]^2\right\}, \quad \underline{F}_y(y) = 1 - \pi_y(y) = 1 - \exp\left\{-\left[\left(y - a_y\right)/b_y\right]^2\right\}, \quad (5)$$

А также функцией плотности распределения:

$$\rho_y(y) = -2\left[\frac{y - a_y}{b_y^2}\right]\exp\left(-\left[\frac{y - a_y}{b_y}\right]\right), \quad \rho_y(y) = -2\left[\frac{y - a_y}{b_y^2}\right]\exp\left(-\left[\frac{y - a_y}{b_y}\right]\right), \quad (6)$$

где $a_y = 0{,}5(Y_{\min} + Y_{\max})$, $b_y = 0{,}5(Y_{\max} - Y_{\min})/\sqrt{-\ln\alpha}$, $Y_{\min}$ и $Y_{\max}$ - наименьшее и наибольшее значение измеряемой прочности кирпичной кладки простенка величины *Y*. На рисунке представлен график функции (5).

На рисунке показана функция $\pi_Y(y)$ распределения возможностей нечеткой переменной Y и функции $\overline{F}_X(x)$ и $\underline{F}_X(x)$.

$$\overline{Q} = \int_a^{m_x} \rho_y \cdot \overline{F}_x(x)dy + \int_{m_x}^{a_y} \rho_y(y)dy$$
$$\underline{Q} = \int_{a_y}^{\infty} \rho_y(y)dy \quad (7)$$

$$\bar{Q} = \int_a^{m_x} 2\left[\frac{y-a_y}{b_y^2}\right]\exp\left(-\frac{y-a_y}{b_y}\right)^2 \cdot \left(\frac{b-m_x}{b-y}\right)dy + \int_{m_x}^{a_y} 2\left[\frac{y-a_y}{b_y^2}\right]\exp\left(-\frac{y-a_y}{b_y}\right)^2 dy$$
$$\underline{Q} = \int_{a_y}^{\infty} 2\left[\frac{y-a_y}{b_y^2}\right]\exp\left(-\frac{y-a_y}{b_y}\right)^2 \cdot dy \qquad (8)$$

Выводы:

1. Разработана методика определения нагрузки эксплуатируемого здания на кирпичный простенок.

2. Предложена новая методика расчета надежности кирпичного простенка по критерию прочности кирпичной кладки при крайне ограниченной информации о нагрузке.

Литература

1. Деркач В.Н., Орлович Р.Б.. Оценка прочности кладочных растворов при обследовании каменных зданий/ Инженерно-строительный журнал: научно-техническое издание о строительной отрасли / под ред. В. М. Якубсон; науч. ред. Н. И. Ватин. – СПб.: СПбГПУ, 2011. – №7(25).

2. Шпете Г. Надежность несущих строительных конструкций / Пер. с нем. О.О.Андреева. – М.: Стройиздат, 1994. – 288с.

3. Ржаницын, А.Р. Теория расчета строительных конструкций на надежность / А.Р. Ржаницын. – М: Стройиздат, 1978. – 239с.

4. Райдер, В.Д. Теория надежности в строительном проектировании: монография / В.Д. Райдер. – М.: Изд-во АСВ, 1998. – 304 с.

ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОСЕЧНОГО СТАЛЬНОГО ХОЛОДНОГНУТОГО ПРОФИЛЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Р.А. Гуслинский, А.А Осолодкин, Т.В. Назмеева
Череповецкий государственный университет
г. Череповец
Научный руководитель ***Н.И. Ватин****, д-р техн. наук, профессор*
Санкт-Петербургский государственный политехнический университет
г. Санкт-Петербург

В настоящее время в конструкциях зданий широко применяется стальной холодногнутый «термопрофиль», но, тем не менее, остается ряд малоизученных вопросов, которые касаются теплопроводности, воздухопроницаемости, прочности и коррозионной стойкости профиля.

Термопрофиль – это стальной холодногнутый оцинкованный профиль толщиной сечения до 3 мм с продольными сквозными прорезями, называемыми просечками (рис. 1). Просечки, расположенные в шахматном порядке, в стенке профиля, увеличивают путь прохождения теплового потока, что способствует снижению теплопроводности и позволяет ликвидировать так называемые «мостики холода», за что профиль и получил название «термопрофиль». Просечки выполняются вращающимся ножом в процессе получения профиля из заготовки на профилегибочном агрегате. При этом в отличие от перфорации, сталь в сечении не изымается, а образуется прорезь, в месте которой сечение отгибается, поэтому корректно называть профиль «просечным» в соответствии с [6], а не «перфорированным». Таким образом, недостатки стальных конструкций – низкая коррозионная стойкость и высокая теплопроводность – в «термопрофиле» компенсированы применением оцинкованной стали и просечками.

Стальные холодногнутые профили характеризуются очень высоким отношением прочности материала к плотности. Это дает возможность создавать легкие конструкции большой несущей способности и позволяет снизить затраты на фундаменты и отказаться от использования тяжелой грузоподъемной техники. Просечной холодногнутый профиль применяется в конструкциях наружных стен, для ограждающих конструкций многоэтажных зданий (термопанель) [8], для межэтажных перекрытий, прогонов, при реконструкции зданий.

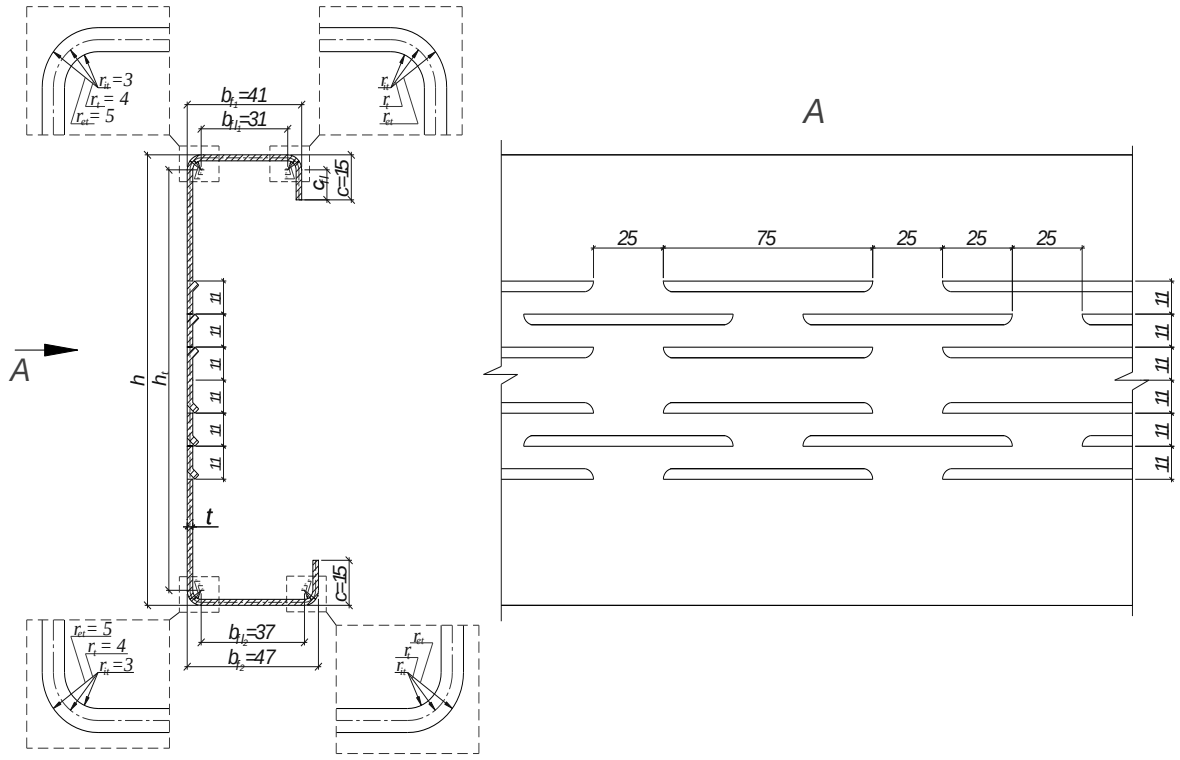


Рис. 1. С–образный термопрофиль

Стены на основе термопрофиля представляют собой каркасно-обшивную конструкцию, заполненную теплоизолирующим материалом. Внутренняя поверхность стены обшивается гипсокартонными плитами, а наружная поверхность – различными плитными материалами типа ЦСП, OSB, Аквапанель и т.д.

К основным проблемам применения термопрофиля относятся:

- соответствует ли применение стен на основе термопрофиля нормативным требованиям воздухообмена в помещении;
- действительно ли термопрофили обладают низкой теплопроводностью;
- каким образом просечки влияют на несущую способность профиля и конструкций из него изготовленных.

Ответы на данные вопросы требуют не только теоретических рассуждений, но и экспериментальных подтверждений. В настоящее время по ряду вопросов в российских вузах уже проводятся исследования.

В частности, на базе СПбГПУ Петросовой Д. В. были проведены экспериментальные исследования легкой ограждающей конструкции на основе термопрофиля. Главной задачей исследования являлось определение коэффициента фильтрации через ограждающую конструкцию и кратности воздухообмена помещений здания от инфильтрации. Испытания проводились в соответствии с [5]. Испытания были проведены при температуре воздуха в помещении 24°С, температуре наружного воздуха -7°С, скорости ветра 1.5 м/с. Для проведения экспери-

ментов [7] был разработан испытательный стенд. В результате исследования было установлено, что воздухопроницаемость конструкции и кратность воздухообмена в помещении соответствует нормативным требованиям.

К сожалению, нормативный документ [9] по проектированию стальных конструкций не дает ответа на вопрос, как влияют просечки на прочностные характеристики холодногнутого стального профиля. Частично решение проблемы содержится в Еврокоде. В СПбГПУ в работе Ватина-Поповой [4] была разработана методика учета просечек. В данной работе было проведено теоретическое сравнение геометрических характеристик нескольких типов профилей с использованием программы ТОНУС и «Рекомендаций …» [1], разработанных Э. Л. Айрумяном. Результаты исследований показали, что значения, отраженные в «Рекомендациях» отличаются от значений, полученных в ТОНУСе. Но, в практических целях удобнее пользоваться «Рекомендациями».

В настоящее время достаточно большое количество исследований, посвященных несущей способности холодногнутых профилей и конструкциям из них, проводятся, как правило, численными методами. Экспериментальные исследования достаточно дорогостоящие. Но, многими авторами [2] отмечается недостаток экспериментальных исследований просечного холодногнутого профиля для получения полной картины его поведения с учетом начальных несовершенств и ряда других факторов.

В испытательном центре ФБГОУ ВПО «Череповецкий государственный университет» проводятся комплексные исследования действительной несущей способности и теплопроводности просечного холодногнутого профиля.

В течение 2013 г. авторами статьи были проведены натурные испытания стоек из холодногнутого просечного С-профиля. Цель проводимых испытаний - изучение действительного напряженно-деформированного состояния стоек из холодногнутого просечного С-профиля и сплошного С-профиля при сжатии.

Экспериментальные стойки (рис. 2), были изготовлены из стального оцинкованного тонкостенного холодногнутого С-профиля (ПС) и просечного С-профиля (ТС) производства ООО «Нординкрафт-Сенсор» (г. Череповец). Материал стоек - сталь 08пс группы ХП ГОСТ 14918-80 ОАО «Северсталь» (г. Череповец), для которой согласно ГОСТ предел текучести не менее 23 кН/см^2.

В результате экспериментов были определены напряжения по сечению профиля (рис. 3) и деформации стенки профиля. Максимальная нагрузка составила 50 кН для просечного профиля и 62,5 кН для сплошного профиля. Потеря устойчивости стоек произошла по изгибно-крутильной форме общей потери устойчивости.

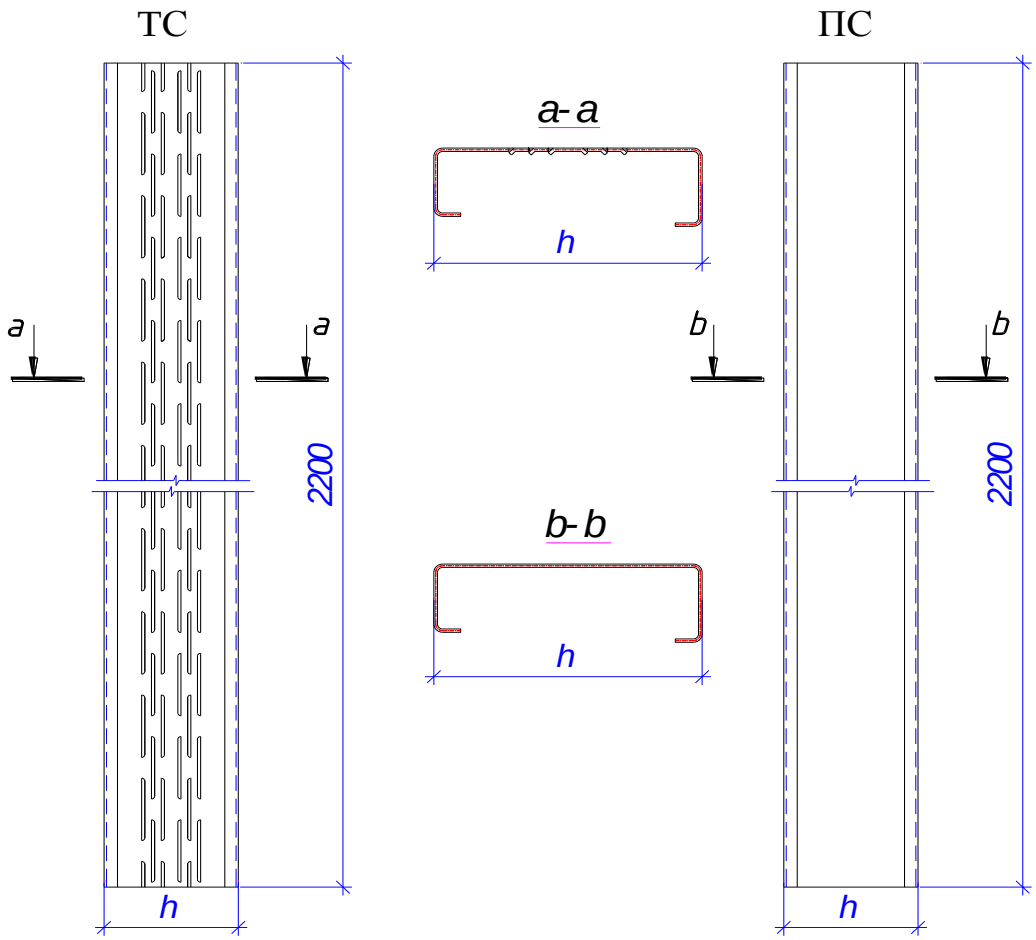


Рис.2 Модели для натурных испытаний

Далее, с ноября 2013 г. по март 2014 г., будет проведено экспериментальное исследование прохождения теплового потока через ограждающую конструкцию на основе термопрофиля, с использованием стенда (рис. 4).

Исследованию подлежит конструкция (рис. 5), на основе термопрофиля ТС-150-2,0, заполненная минераловатным утеплителем, с последующей обшивкой листовыми материалами. Согласно теплотехнического расчета в соответствии СНиП 23-02-2003 для г. Череповца сопротивление теплопередаче данной ограждающей конструкции составило R_{req} = 3,5 м^2°С/Вт, приведенное сопротивление теплопередаче составило R_0 = 4,22 м^2°С/Вт. Эти данные будут проверены экспериментально.

На базе ЧГУ проводятся не только экспериментальные, но и численные исследования поведения просечного холодногнутого профиля с использованием программы PLM Femap 10.1 Nastran.

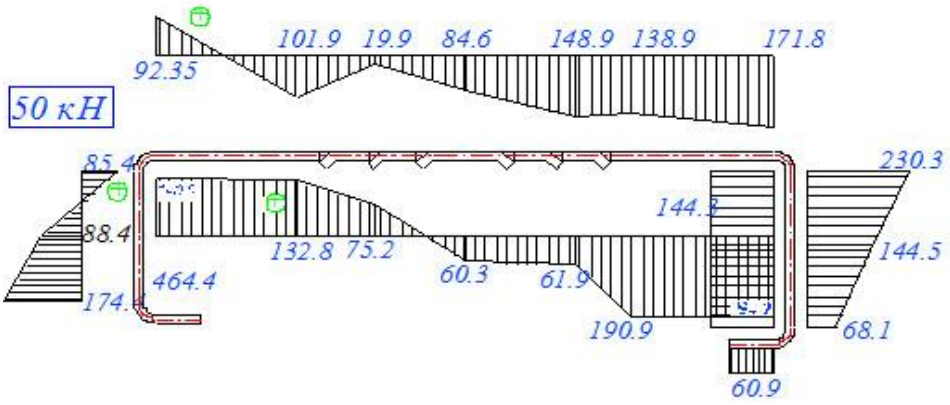


Рис. 3. Распределение напряжений по сечению просечного профиля при нагрузке 50 кН

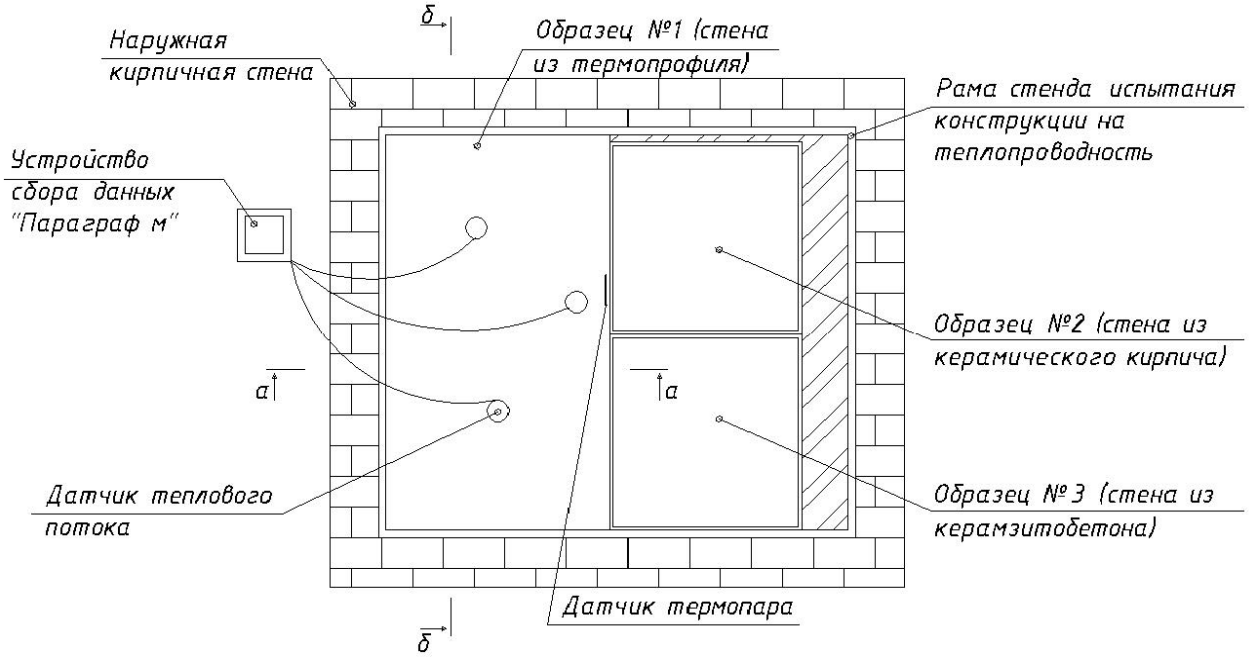


Рис.4. Стенд изучения теплового потока кафедры строительства ЧГУ

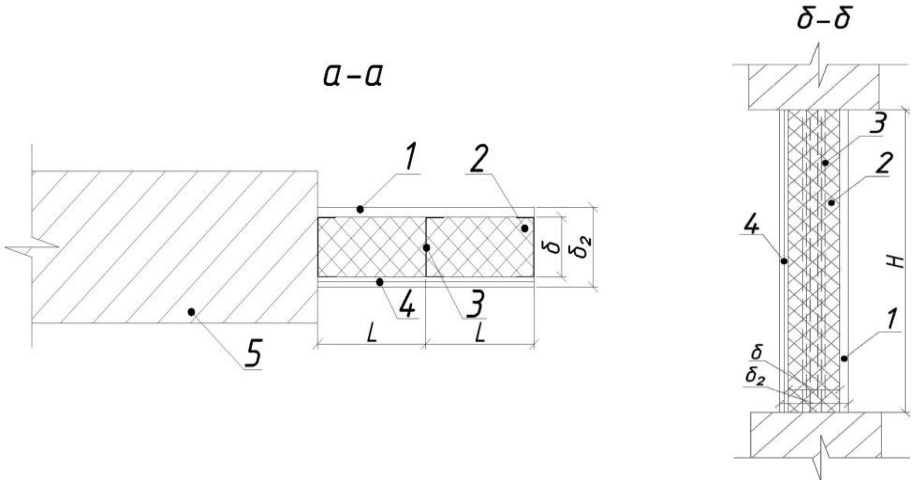


Рис. 5. Конструкция исследуемой наружной стены: 1 – OSB плита, 2 – утеплитель ROCKWOOL ЛАЙТ БАТСС, 3 – термопрофиль ТС-150-2,0, 4 – два слоя плиты ГКЛ, 5 – кирпичная стена

Литература

1. Айрумян Э.Л. Рекомендации по проектированию, изготовлению, монтажу и эксплуатации несущих стропильных конструкций «Талдом Профиль» из тонкостенных стальных оцинкованных профилей.- М., 2004.

2. Айрумян Э. Л. Особенности расчета стальных конструкций из тонкостенных гнутых профилей // Монтажные и специальные работы в строительстве.- 2008.- № 3.- С. 21-25.

3. Бычков Д.В. Строительная механика стержневых тонкостенных конструкций.– М.: Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1962.- 476 с.

4. Ватин Н.И., Попова Е. Н. Термопрофиль в легких стальных тонкостенных конструкциях. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2006.- 63 с.

5. ГОСТ 31167-2009 Здания и сооружения. Методы определения воздухопроницаемости ограждающих конструкций в натуральных условиях.

6. ГОСТ 14350-80 Профили проката гнутые. - М., .1980.

7. Петросова Д.В. Неизотермическая фильтрация воздуха через ограждающие конструкции замкнутых помещений // Автореферат дис. … канд. техн. наук. – Санкт-Петербург, 2012.- 21 с.

8. Жмарин Е.Н. Международная ассоциация легкого стального строительства // Интернет-журнал «Строительство уникальных зданий и сооружений».- 2012.- №2.

9. СП 16.13330.2011 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*. Москва, 2011.

ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ

Д.А. Козырева, В.Н.Мельников
Научный руководитель ***Л.М. Воропай****, канд. хим. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Проблема повышения качества асфальтобетонных покрытий является актуальной для России. Известно, что качество автодорожных покрытий зависит от многих факторов: природы грунта, технологии создания автодорожных покрытий, климатических условий. Предварительные исследования, выполненные на кафедрах химии и автомобильных дорог и аэродромов ВоГТУ, свидетельствуют, что в первую очередь эксплуатационные свойства автодорожных покрытий зависят от его химического состава. Согласно ГОСТу 9128-97 основными компонентами асфальтобетонных смесей является каменный материал и битумы [1]. Кроме этих компонентов в асфальтобетонные смеси вводят доменные гранулированные шлаки, химический состав которых зависит от состава исходной руды и колеблется в пределах: CaO -30-49%, Al_2O_3 – 4.5-20%, SiO_2 – 33-44%, Fe_2O_3 – 0.3-0.8%, MgO - 1.5-15%, MnO - 0.3-3%.

Предварительная оценка пригодности доменного шлака для производства щебня определяется по химическому составу и предполагается, что шлак будет иметь устойчивую структуру, если массовая доля в нем CaO удовлетворяет следующему соотношению исходных компонентов:

$$CaO < 0{,}9\ SiO_2 + Al_2O_3 + 0{,}2\ MgO. \qquad (1)$$

В качестве вяжущего в дорожном строительстве применяют различные марки битумов и битумные эмульсии.

На кафедрах химии и автомобильных дорог и аэродромов в течение 3-х лет ведутся исследования по внедрению новых технологий в производство асфальтобетонных смесей. Полученные экспериментальные данные свидетельствуют, что в производственных условиях часто наблюдается несоответствие между минеральными составляющими и органическими компонентами. Так, образцы, взятые с автодорожных покрытий на улице Гончарной г. Вологды, по химическому составу имеют отклонения от технических требований. Содержание в них щебня, минерального порошка, а также битума ниже требований ГОСТа 9128-97, в то время как содержание песка на 14-18% выше соответствующих требований. Химический состав модельных лабораторных образцов, изготовленных на кафедре автомобильных дорог и аэродромов, соответствует требованиям ГОСТа. Полученные данные представлены на рис. 1.

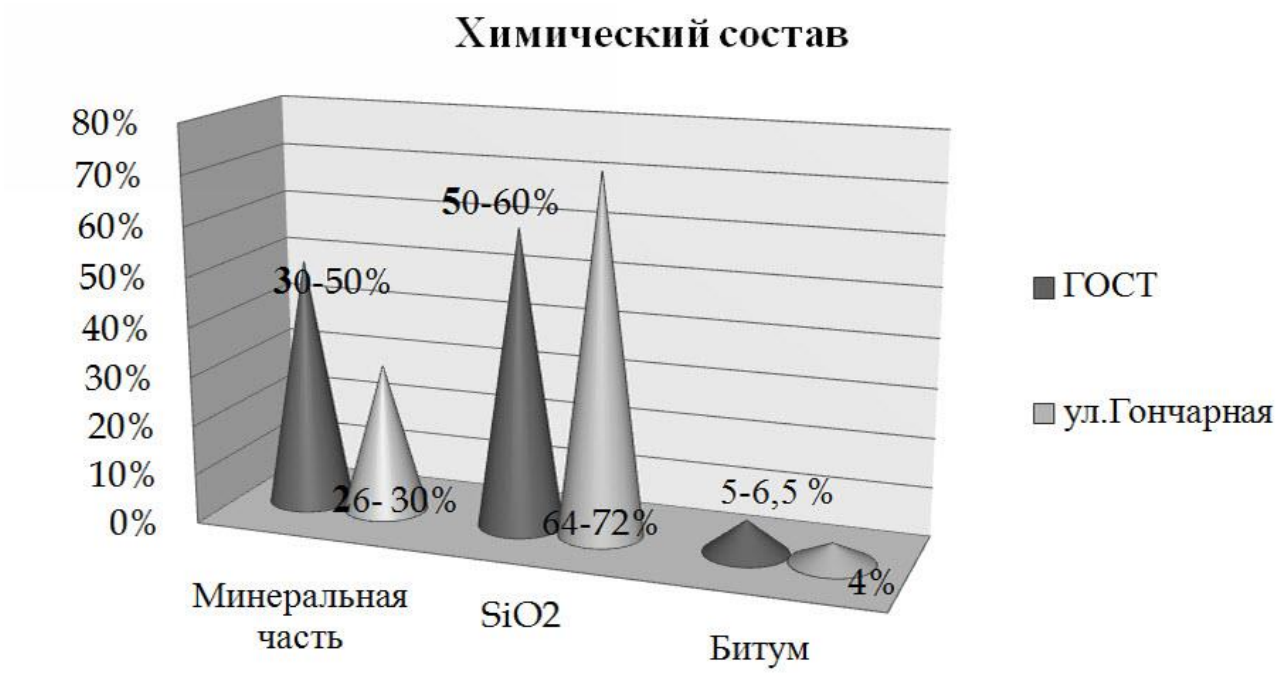


Рис.1. Химический состав асфальтобетонных смесей

Одной из причин отклонений по химическому составу асфальтобетонных покрытий является нарушение технологии приготовления, а именно отступление от процесса перемешивания асфальтобетонных смесей. Традиционно асфальтобетонную смесь перемешивают с помощью шнекерных мешалок. Данный тип мешалок не всегда обеспечивает однородность перемешивания, так как в смеси образуются «застойные зоны» около стенок реактора и выпадение более крупных частиц отдельными фазами. За счет большой вязкости битума даже при нагревании не всегда обеспечивается однородность перемешивания. В связи с этим перед нами была поставлена задача получить более однородную асфальтобетонную смесь путем замены битума на битумную эмульсию, которая находит широкое применение. Однако необходимо учитывать основной их недостаток - «старение», т.е. разделение эмульсии на фракции воды и органической составляющей.

Данный фактор снижает эксплуатационные свойства битумной эмульсии, а следовательно, и качество асфальтобетонных покрытий.

Известно, что для создания гомогенных жидких сред и увеличения степени их диспергирования применяют ультразвук. Ультразвуковую обработку проводят также и битумной эмульсии в типовых ультразвуковых реакторах, излучатели которых находятся на дне ванны. При этом нижняя часть жидкости подвергается действию ультразвука, и в ней происходит диспергирование, а верхняя часть остается без изменения, что сказывается на ее эксплуатационных свойствах. Для устранения данного недостатка предлагается обработку

эмульсии проводить в контактном ультразвуковом реакторе, который разработан и смонтирован совместно с ООО «Александра плюс».

В реактор вмонтированы излучатели, передающие ультразвуковые волны на его стенки, которые сами становятся источниками ультразвуковых волн и обеспечивают более равномерное перемешивание жидких сред.

Целью исследования является повышение качества обработки битумной эмульсии с помощью контактного ультразвукового реактора.

Анализ образцов, взятых с одного участка автодорожных покрытий, свидетельствует, что в них наблюдаются большие отклонения по химическому составу, а следовательно по эксплуатационным свойствам и стойкости к действию агрессивных факторов среды (рис. 2).

Так, химический состав образцов, взятых с одного участка автодорожного покрытия на улице Гончарной, показывает, что содержание в них песка колеблется от 49-71%, что не всегда соответствует техническим требованиям.

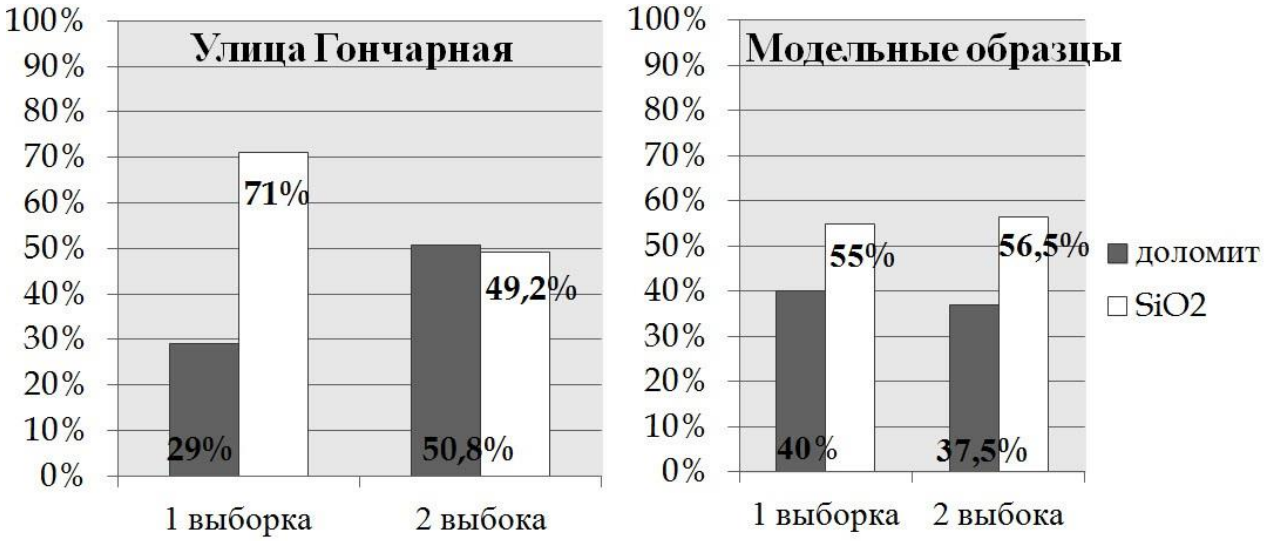


Рис. 2. Химический состав однотипных образцов

Пробы на химический состав, взятые с разных участков поверхности модельного образца, изготовленного в ВоГТУ, доказывают постоянство содержания песка и доломита в соответствии с ГОСТом.

Результаты исследования влияния химического состава асфальтобетонных смесей (АБС) на степень их разрушения доказывают их взаимосвязь. Максимальная степень разрушения характерна для образцов, взятых с улицы Гончарной. При высоком содержании песка ($C_{\%}$ =72%) в кислой среде она составляет 23,3%. Модельные образцы, имеющие постоянство химического состава, являются более устойчивыми к действию агрессивных факторов среды. Для них максимальная степень разрушения не превышает 2 %.

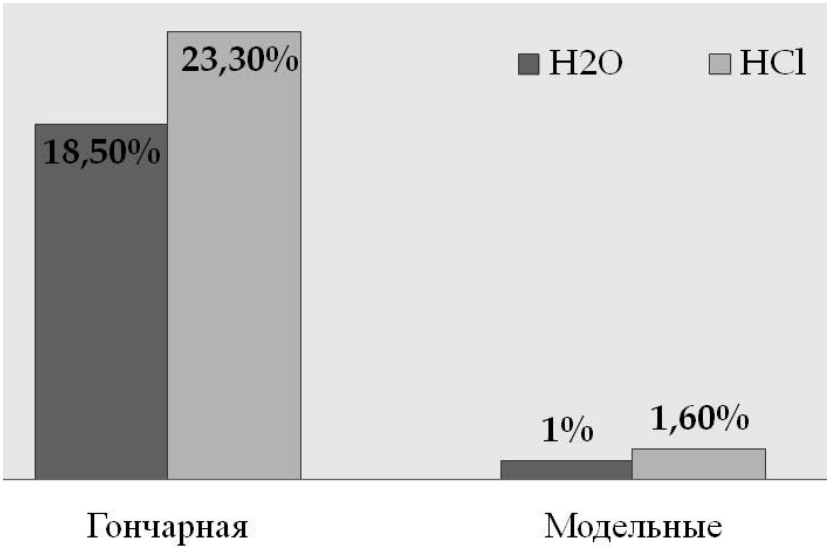


Рис. 3. Зависимость степени разрушения образцов от их химического состава

Для получения более однородной смеси асфальтобетонного покрытия вместо битума рекомендуется использовать битумную эмульсию. Как было указано выше, основным недостатком, снижающим качество автодорожных покрытий, является «старение» эмульсии. С целью устранения данного недостатка в лабораторных условиях была обработана битумная эмульсия в контактном ультразвуковом реакторе при числе кавитации 400-600, мощность-40 кГц. При данных условиях возникают большие кавитационные пузырьки, которые обеспечивают диспергирование битума, образование мелкодиспергированной эмульсии, в которой почти отсутствуют границы раздела между битумом и растворителем. Одним из факторов, вызывающих образование почти гомогенной смеси, является температура, которая повышается за счет ультразвукового воздействия в пределах от 18°С до 72°С в зависимости от времени обработки.

Степень однородности эмульсии определяется с помощью микроскопа. При времени обработки в пределах 5-7 минут исчезают границы раздела между фазами эмульсии. При увеличении времени обработки свыше 7 минут наблюдается испарение жидкости и увеличение вязкости эмульсии при охлаждении.

Одним из показателей качества полученной эмульсии является время ее релаксации. Время релаксации битумной эмульсии после обработки ультразвуком в пределах 5-7 минут пока не установлено, так как не наблюдается расслоение эмульсии, которая была обработана в начале сентября.

С помощью активированной битумной эмульсии были изготовлены модельные образца АБС. Замена обычной битумной эмульсии на активированную обеспечивает более высокую степень однородности структуры образцов,

не снижает их устойчивость к действию агрессивных факторов среды, а также уменьшает экономические затраты при их изготовлении. Полученные предварительные положительные результаты требуют дальнейших исследований в этой области.

Литература

1. ГОСТ 9128-97 Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон.- М., 1998

2. ГОСТ 3476-74 Шлаки доменные и электротермофосфорные гранулированные для производства цемента.

МАТЕРИАЛОЕМКОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ МОНОЛИТНЫХ РАМ В МАЛОЭТАЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Н. В. Мазитова

Научный руководитель ***Н. В. Михалевич****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Квартиры в монолитных домах на сегодняшний день являются одним из самых выигрышных вариантов, и причин тому много: привлекательный внешний вид, современные коммуникации, удобная планировка и т.д. Весь мировой опыт монолитного строительства говорит о том, что монолитное жилье не дает никакого отрицательного влияния на здоровье человека. На данный момент квартиры в монолитах, в основном, доступны только жителям крупных городов, где этажность современных гражданских зданий свыше 10 этажей, однако в малых городах строительство гражданских зданий ограничено 5 этажами [4].

Цель работы состоит в определениии в сравнительном анализе материалоемкости конструктивных элементов железобетонных монолитных рам гражданских зданий до 5 этажей включительно.

Монолитное строительство – одна из наиболее перспективных технологий возведения зданий, в том числе и гражданских.

Кроме экономичности за счет максимального освобождения объема здания от несущих конструкций, эта технология обеспечивает моральное долголетие зданий и гибкую архитектурную и инженерную организацию внутренней среды.

За счет увеличения ширины монолитных зданий (по сравнению с другими) удается не только сэкономить материалы, но и на 20–30% снизить рас-

ход тепла на обогрев дома. Монолитное здание практически не имеет швов, что тоже повышает показатели его тепло- и звуконепроницаемости [4].

Но использование в таком здании традиционных монолитных безбалочных перекрытий становится крайне затратным и нерентабельным, это приводит к повышению материалоемкости, и как следствие, к удорожанию конструктивных элементов монолитных рам зданий. Эти проблемы наиболее рационально решаются при использовании в зданиях технических решений сборно-монолитного каркаса (СМК) с перекрытиями из предварительно напряженных многопустотных плитзаводского изготовления. Эти перекрытия имеют значительно меньший вес и высокие деформационные качества, дающие при меньших затратах возможность перекрытия больших пролетов.

Выполнены расчеты на определение материалоемкости конструктивных элементов в железобетонных монолитных рамах малоэтажных зданий до 5 этажей включительно [3].

В расчетах приняты общие исходные данные [1]:

- ригели жестко соединены с колоннами иобразуют пространственную систему, состоящую из плоских монолитных рам;
- монолитные железобетонные конструкции рамного каркаса приняты из бетона класса В20 с рабочей арматурой А400 и поперечной арматурой А240 [2];
- здание имеет 2 пролёта с шагом колонн 6,0м;
- сечение колонн 400х400 мм;
- поперечная арматура колонны класс А240 d6 мм (Asw = 0,283 см^2) при шаге 150 мм;
- покрытие и перекрытия приняты из плит железобетонныхмногопустотных типа ПК (толщиной 220мм);
- здания расположены в IV снеговом районе(Sg - 2,35кПа);
- расчетная нагрузка на 1 м^2 плитыпокрытия составила 5,11кПа;
- расчетная нагрузка на 1 м^2 плиты перекрытия составила 7,38кПа;
- временная нагрузка на перекрытие от людей и оборудования1,85кПа.

Расчетные схемы рам приведены на рисунке.

В работе проведен анализ армирования стоек и ригелей 2, 3, 4 и 5 этажных двухпролетных рамных каркасов с пролетами 7,8м; 6,6 м; 5,6 м.

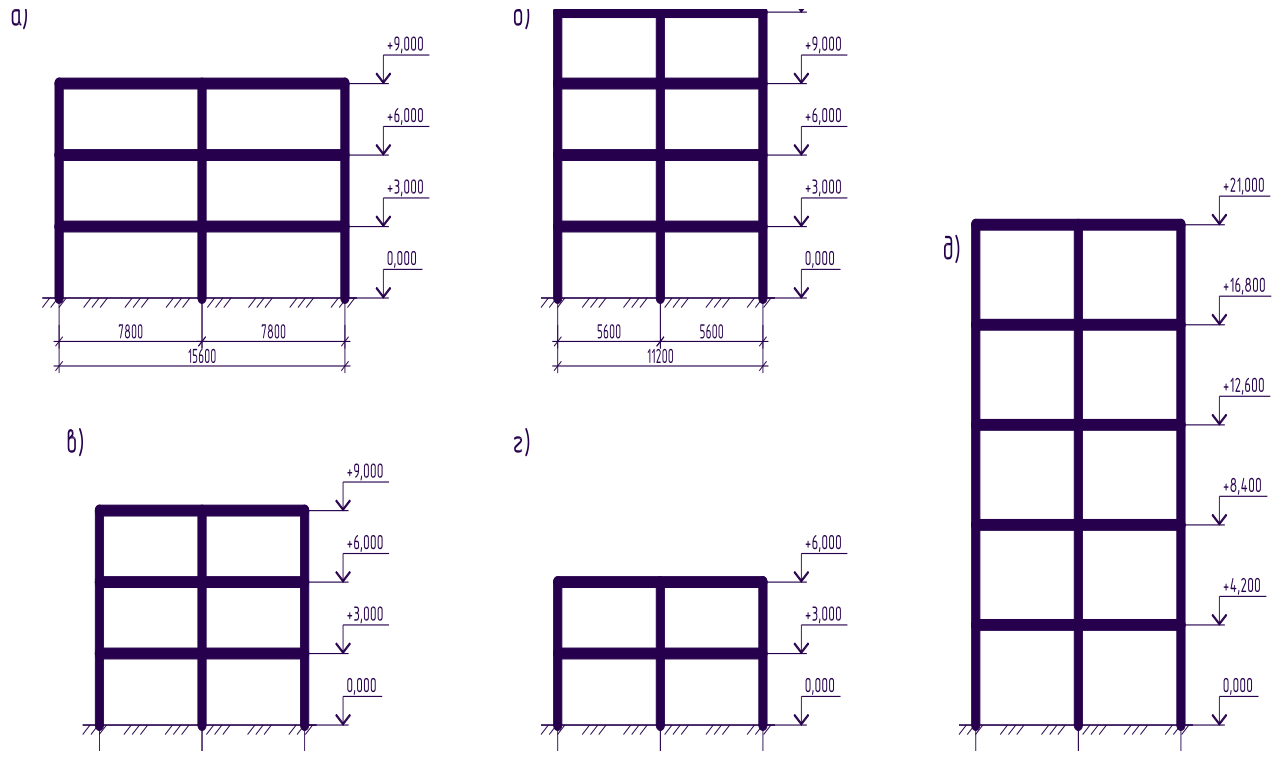


Рис. Схемы железобетонных рам малоэтажных зданий:
а) рама на 3 этажа с длиной пролета 7,8м (hэт.=3,0м);
б), в), г) рама на 4, 3, 2 этажа соответственно с длиной пролета 5,6м (hэт.=3,0м); д) рама на 5 этажей с длиной пролета 5,6м (hэт.=4,2м)

По результатам расчетов делаем выводы:

1. Согласно полученному результату в таблице видно, что наиболее выгодными в малоэтажном строительстве, являются рамные железобетонные каркасы при высоте этажа 3,0 м по сравнению с высотой этажа 4,2 м, т.к. увеличение высоты этажа на 0,1м влечет увеличение удельного расхода металла на 2%.

2. При увеличении пролета здания на 1м удельный расход металла сокращается на 1%.

3. Наиболее выгодным решением при строительстве малоэтажных зданий из рамного железобетонного каркаса является принятие рамы на 4, 5 этажей с высотой этажа не выше 3 м и максимальной длиной пролета 7,8м.

4. В зданиях свыше 5-ти этажей целесообразно использовать сборно-монолитные каркасы, т.к. они являются менее материалоемкими, а при шаге колонн свыше 9 м целесообразно использовать безригельные преднапряженные каркасы.

Таблица

Анализ армирования железобетонных рам малоэтажных зданий

Наименование показателей	Характеристики рамных каркасов				
Длина пролета *Lnp*, м	7,80	5,60	5,60	5,60	5,60
Высота этажа *hэт*, м	3,00				4,20
Количество этажей	3	4	3	2	5
Колонна первого этажа – монолитная железобетонная с сечением 400 х 400 мм:					
Продольная арматура колонны класс А400	4 х d16мм	4 х d16мм	4 х d16мм	4 х d16мм	4 х d16мм
Площадь поперечного сечения продольной арматуры колонны A_s^{ϕ}, см^2	8,04	8,04	8,04	8,04	8,04
Ригель – монолитный железобетонный с сечением:					
Шириной *b*, мм	300	200	300	300	200
Высотой *h*, мм	550	400	400	400	400
Продольная арматура ригеля в пролете класс А400	2 х d12мм	2 х d10мм	2 х d10мм	2 х d10мм	2 х d10мм
Площадь поперечного сечения продольной арматуры ригеля в пролетеA_s^{ϕ}, см^2	2,26	1,57	1,57	1,57	1,57
Рабочая арматура над опоре класс А400	5 х d25мм	6 х d18мм	5 х d22мм	5 х d22мм	5 х d22мм
Площадь поперечного сечения рабочей арматуры на опоре A_s^{ϕ}, см^2	24,55	15,24	19,00	19,00	19,00
Поперечная арматура класс А240	d12мм	d12мм	d12мм	d12мм	d12мм
Площадь поперечного сечения поперечной арматуры A_{sw}, см^2	1,131	1,13	1,13	1,13	1,13
Удельный расход железобетона на раму с плитами перекрытий, м^3/м^2	0,12	0,09	0,11	0,15	0,09
Удельный расход металла на раму без плит перекрытий, кг/м^2	2,97	2,62	3,03	3,12	3,33

ЛИТЕРАТУРА

1. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакцияСНиП 2.01.07-85*. – М.: Минрегион России, 2011.

2. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003. – М.: Минрегион России, 2013.

3. Пособие по проектированию предварительно напряженных железобетонных конструкций из тяжелых и легких бетонов (к СНиП 2.03.01-84*). Ч. I и II. – М.: Стройиздат, 1988.

4. Информационный портал о бетоне и железобетоне,http://жбк.рф/.

ОЦЕНКА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО ЭЛЕМЕНТА ПО ПРОЧНОСТИ АРМАТУРЫ

С.А. Огарева
Научный руководитель ***Ж.В.Кошелева,*** *канд.техн.наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Под несущей способностью конструкции принимается ее свойство воспринимать, передавать и распределять нагрузку на другие конструкции с гарантированной обеспеченностью безотказной работы или внутреннее сопротивление.

Оценка несущей способности железобетонных конструкций может быть прямой и косвенной. Прямой способ определения может быть разрушающим и неразрушающим.

Для эксплуатируемых конструкций большой практический интерес представляют неразрушающие способы.

Предлагаем новый неразрушающий метод определения несущей способности железобетонных конструкций, основанный на интегральных неразрушающих испытаниях отдельных компонентов или всей конструкции в целом.

Метод оценки остаточной несущей способности железобетонного элемента по прочности арматуры заключается в том, что конструкция предварительно разгружается (кроме собственного веса и других несъемных частей). Снятая нагрузка взвешивается, вычисляется по плотностям и геометрическим размерам объектов или определяется по нормативным документам. Испытательная нагрузка состоит из трех частей $F_1 < F_2 < F_3$ ($F_1 \in F_2$, $(F_1 + F_2) \in F_3$), последовательно прикладываемых к конструкции.

В качестве контролируемого параметра железобетонного элемента при испытаниях принимается в рассматриваемом случае деформация в арматуре. В качестве её предельного значения принимается относительная деформация $\varepsilon_{s1} = R_s / E_s$, принимаемая по новым нормативным документам для расчетов железобетонных конструкций [1]. Это значение деформации в растянутой арматуре отвечает напряжениям, равным расчетным сопротивлениям арматуры растяжению или границе пластического участка диаграммы напряжений $\sigma - \varepsilon$ для арматуры.

В железобетонных элементах (балках, балочных плитах, ригелях рам и т.д.) армирование осуществляется несколькими стержнями, деформация в которых различна. В связи с этим следовало бы определять деформации во всех стержнях с последующей их математической обработкой. Однако такие испы-

тания были бы дорогими, длительными или вообще невыполнимыми, например, при многорядном армировании. Предлагается измерения деформаций в арматуре проводить в одном или двух из стержней арматуры нижнего ряда. Результаты таких измерений можно назвать «неполными».

В наиболее напряженной части балки, а это, как правило, в середине её длины, удаляется защитный слой бетона, арматура очищается от остатков бетона и продуктов коррозии на длине примерно 40-50 мм. Деформация в арматуре измеряется тензометрическими преобразователями, описание которых можно найти в [2]. Известно [3], что зависимость между нагрузкой на элемент и деформацией в арматуре криволинейная. В связи с этим при испытаниях приходится прикладывать к элементу различные нагрузки F_i $(i=1,2,3)$, измерять соответствующие деформации ε_i в арматуре и строить кривые $F-\varepsilon$, аппроксимируя их, например, полиномами n-й степени.

После снятия отсчетов по измерителям деформаций конструкция нагружается нагрузкой F_1, приложенной в определенном месте конструкции, и измеряется деформация ε_{1i}. Так как всякое единичное измерение есть случайное число, то операцию нагружения конструкции нагрузкой F_1 и измерения деформаций повторяют 3-5 раз. Аналогично поступают при нагружениях конструкции нагрузками F_2 и F_3.

Из рисунке видно, что диаграмма $F-\bar{\varepsilon}$, построенная по средним значениям деформаций $\bar{\varepsilon_i}=(\varepsilon_{i\max}+\varepsilon_{i\min})/2$ и детерминированным значениям испытательной нагрузки F_i $(i=1,2,3)$, а также диаграммы доверительных границ получаются криволинейными. Аппроксимируем все диаграммы $F-\varepsilon$ полиномами второй (и выше) степени вида

$$\tilde{F}_{np}=A+B\tilde{\varepsilon}+C\tilde{\varepsilon}^2. \qquad (1)$$

Применяя метод наименьших квадратов, получим систему уравнений (2) для нахождения коэффициентов A, B, C.

$$\left.\begin{aligned} nA+B\sum_{i=1}^{n}\varepsilon_i+C\sum_{i=1}^{n}\varepsilon_i^2&=\sum_{i=1}^{n}F_i \\ A\sum_{i=1}^{n}\varepsilon_i+B\sum_{i=1}^{n}\varepsilon_i^2+C\sum_{i=1}^{n}\varepsilon_i^3&=\sum_{i=1}^{n}F_i\varepsilon_i \\ A\sum_{i=1}^{n}\varepsilon_i^2+B\sum_{i=1}^{n}\varepsilon_i^3+C\sum_{i=1}^{n}\varepsilon_i^4&=\sum_{i=1}^{n}F_i\varepsilon_i^2 \end{aligned}\right\}, \qquad (2)$$

где i - номер опыта (испытания) с заданным значением F_i, в нашем примере $i = 1, 2, 3$ (рис.), n - число испытаний или число пар (F_i, ε_i).

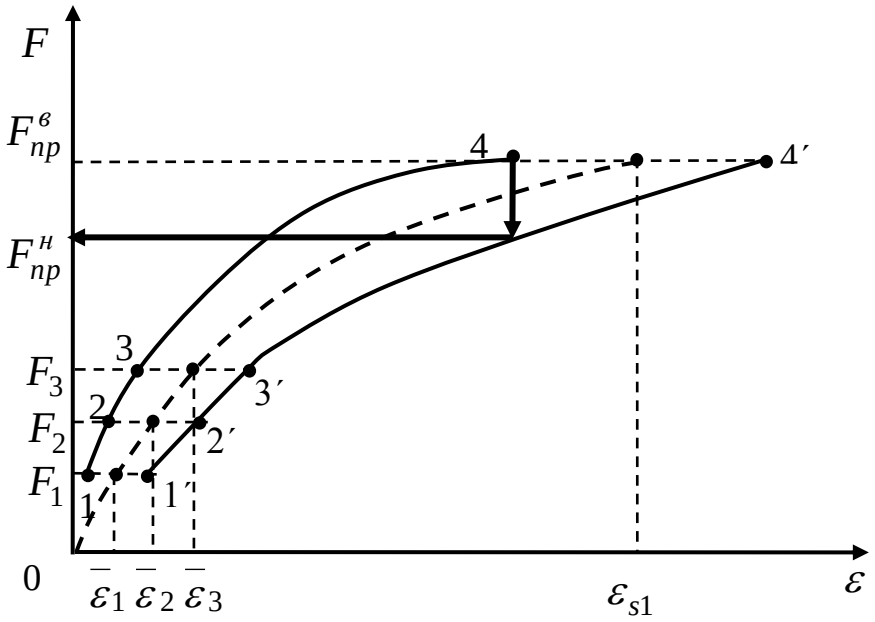


Рис. Диаграммы $F - \varepsilon$

Такие же кривые строят по доверительным интервалам в виде доверительных границ, как показано на рисунке. В связи с тем, что результатов испытаний мало (3-5 при каждом F_i), то анализ неопределенностей осуществляется методами теории возможностей. По этой теории среднее значение деформации при одном значении F_i находится по условию $\bar{\varepsilon}_i = (\varepsilon_{i\max} + \varepsilon_{i\min})/2$, $(i = 1, 2, 3)$, а доверительный интервал $2\Delta_\varepsilon = \varepsilon_{i\max} - \varepsilon_{i\min}$, $\varepsilon_{i\max}$ и $\varepsilon_{i\min}$ - граничные значения доверительного интервала. Для полиномов более высокой степени число испытательных нагрузок F_i и число испытаний соответственно увеличивают.

Точки 4 и 4’ на диаграммах $F - \varepsilon$ находят на пересечении кривых (уравнений доверительных границ) и прямой, проходящей через точку пересечения диаграммы $F - \bar{\varepsilon}$ и прямой $\varepsilon = \varepsilon_{s1}$.

Значение предельной нагрузки, характеризующей несущую способность железобетонного элемента, находят графически, как показано на рисунке, из диаграммы $F - \varepsilon$, в виде верхнего $F_{np}^{в}$ и нижнего $F_{np}^{н}$ значений, найденных из условия непревышения деформациями в арматуре их предельного значения

с учетом её статистической изменчивости. В качестве среднего значения предельной деформации принято $\varepsilon = \varepsilon_{s1} = \frac{R_s}{E_s}$ по [1].

В качестве предельной нагрузки по прочности арматуры можно принять любое значение $F_{np} \le \overline{F_{np}}$ (включая $F_{np} < F_{np}^{н}$), в зависимости от ответственности конструкции и степени риска. Резерв несущей способности железобетонной конструкции определяется разностью между значением найденной предельной нагрузки и значением нагрузки от собственного веса конструкции и веса оборудования на ней, приведенных к виду и месту приложения испытательной нагрузки.

Литература

1. Звездов А.И. Расчет прочности железобетонных конструкций при действии изгибающих моментов и продольных сил по новым нормативным документам/ А.И. Звездов, А.С. Залесов // Бетон и железобетон.- 2002. - №2. - С. 21-25.

2. Лужин О.В., Злочевский А.Б., Горбунов И.А. и др. Обследование и испытание сооружений / Под ред. О.В. Лужина. – М.: Стройиздат, 1987. –263 с.

3. Попов И.Н. Проектирование и расчет железобетонных и каменных конструкций: учеб. для строит. спец. вузов/ И.Н. Попов, А.В. Забегаев. – М.: Высш. шк., 1989. – 400 с.

ИЗУЧЕНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ХОЛОДНОГНУТОГО СТАЛЬНОГО Z-ПРОФИЛЯ

А.С. Самсонов, А.А. Осолодкин
Череповецкий государственный университет
г. Череповец
Научный руководитель ***Н.И. Ватин****, д-р техн. наук, профессор*
Санкт-Петербургский государственный политехнический университет
г. Санкт-Петербург

Создание надежной кровельной системы в здании - это залог комфортного проживания. Оптимальным вариантом является создание вентилируемой кровельной системы на основе холодногнутых стальных профилей.

Монтаж кровли из холодногнутых профилей можно осуществлять в любое время года как в новых зданиях, так и при реконструкции объектов. Для кровельных систем используются С-профили и Z-профили.

Z-профиль – это профиль с толщиной сечения от 1,0 мм до 4,0 мм высотой сечения 100-400 мм, изготовленный методом проката из тонколистовой оцинкованной стали (рис.1). Предел прочности на разрыв от 350 Н/мм^2.

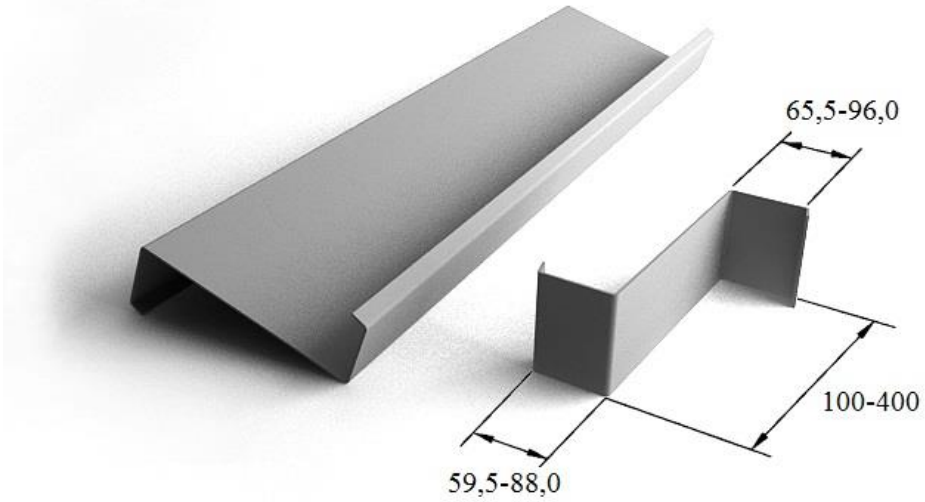


Рис. 1. Холодногнутый Z-профиль

Данный профиль оптимально применять в кровельных системах по ряду причин: способность перекрывать большие пролеты, удобное соединение элементов конструкции (С-профилю, например, нужен дополнительный профиль для стыковки Cl (рис. 2); высокое сопротивление кручению.

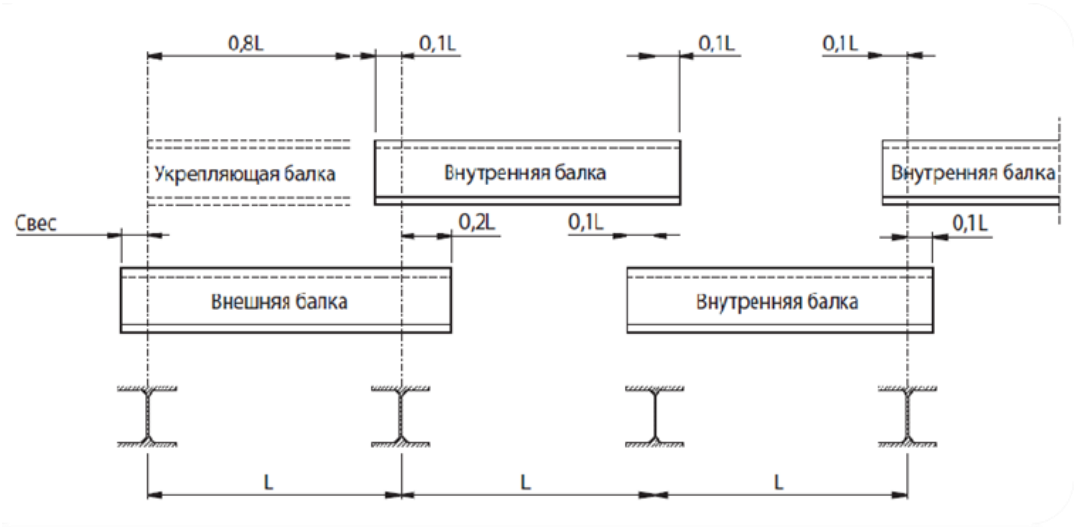
Схема работы кровельного прогона представлена на рис. 3.

В ходе нашего исследования был выполнен анализ технической и нормативной литературы, посвященной исследованиям, расчету и проектированию из Z-профиля в России и за рубежом, который показал, что данные материалы на русском языке отсутствует, встречаются лишь отдельные фрагменты, а немногочисленные попытки дают зачастую противоречивые результаты. Исключение - рекомендации производителей, в которых указаны требования к расчету и проектированию Z-балок, но, они, как правило, основаны на зарубежных нормах (Еврокод 3, AISI), и «отечественного» подтверждения не имеют.

На рис. 4 представлено поведение Z-профиля согласно [2] работы американского исследователя.

Российский нормативный документ СНиП II-23-81* «Стальные конструкции» не может быть использован для холодногнутых Z-профилей, так как он не учитывает особенности работы конструкций, толщина стенки которых составляет менее 4 мм. Для разработки национального стандарта по Z-профилям требуется проведение собственных исследований. Таким образом, можно утверждать, что исследование Z-профилей является актуальным.

а)



б)

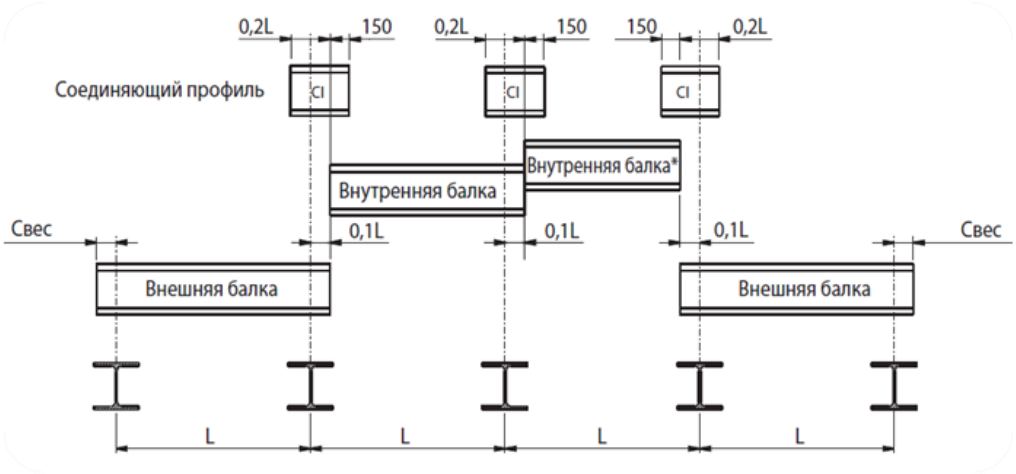


Рис. 2. Соединение кровельных прогонов:
из Z-профилей (а) и С-профилей (б)

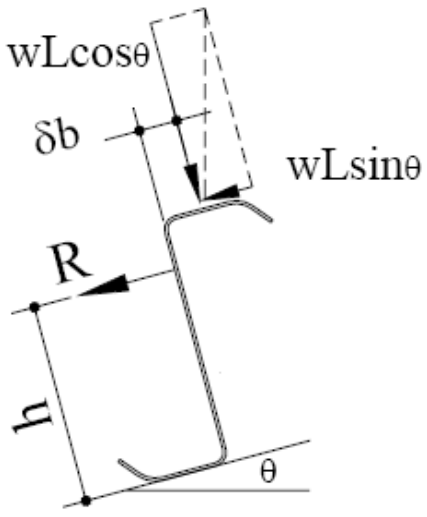


Рис. 3. Работа Z-балки в конструкции кровли

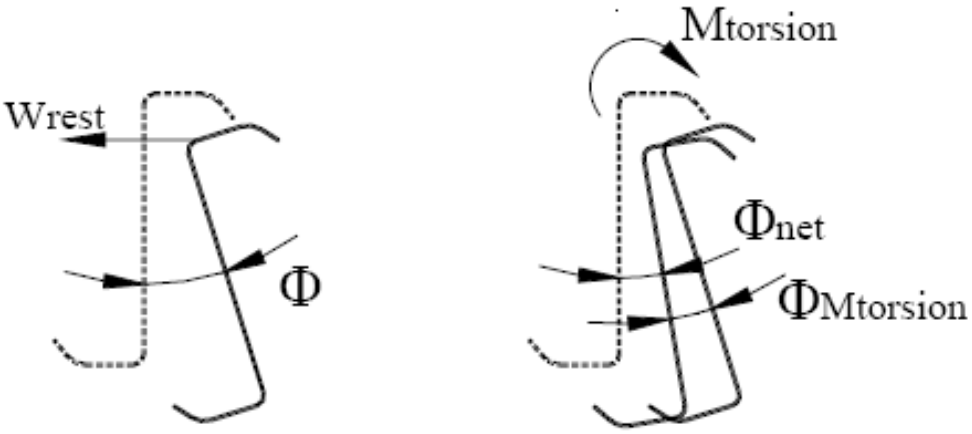


Рис. 4. Поведение Z-профиля согласно [2]: поворот без сопротивления кручению (слева), поворот с сопротивлением кручению

В связи с этим на базе Череповецкого государственного университета проводятся комплексные (численные и экспериментальные) исследования пространственной устойчивости Z-профилей.

В настоящее время выполнен анализ нормативной и технической литературы, проведено численное моделирование работы кровельного прогона из Z-профиля. Следующий этап работы – это подтверждение теоретических и численных исследований экспериментальным путем. Для проведения натурных испытаний на кафедре строительства ЧГУ разработан испытательный стенд для испытаний прогонов, который в настоящее время находится в стадии изготовления.

Литература

1. СНиП 23.II-23-81 «Стальные конструкции».
2. Michael W. Seek Prediction of Lateral Restraint Forces in Sloped Z-section Supported Roof Systems using the Component Stiffness Method. Dissertation submitted to the Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA, 2007.
3. Айрумян Э. Л. Особенности расчета стальных конструкций из тонкостенных гнутых профилей // Монтажные и специальные работы в строительстве.- 2008.- № 3.- С. 21-25.
4. Белый Г. И., Астахов И. В. Пространственная устойчивость элементов конструкций из стальных холодногнутых профилей // Монтажные и спец. работы в строительстве.- 2006.- № 9.- С. 21-25.
5. Кикоть А.А. Влияние ширины поясов и отгибов в сечениях С-образных и Z-образных стальных тонкостенных холодногнутых профилей на эффективность работы в условиях изгиба // Ползуновский вестник.- 2011.- №1.

РЕШЕНИЯ ВОПРОСОВ УСИЛЕНИЯ БАЛКОНОВ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Н.Н. Титова
Научный руководитель ***И.С. Казакова****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В последнее время в средствах массовой информации всё чаще появляются сведения об обрушениях балконов жилых зданий. В программе «Новости» (1 канал) 2 октября 2012 года сообщили печальную весть: «Трагедия в Брянске, где при обрушении балкона в жилом доме погибли две женщины, а ещё один человек получил тяжелейшие травмы, стала поводом для проведения проверок и в других городах…балконы регулярно падают по всей стране. В Якутске обошлось без жертв. В Ростове-на-Дону балкон 100-летнего дома рухнул в тот момент, когда на него вышла молодая семья. Малолетнюю дочку спасти не удалось». И это не единственный случай, в котором из-за обрушения балконных плит пострадали люди.

Это связано с тем, что большинство балконных плит зданий старой постройки находятся в весьма неудовлетворительном состоянии, что является угрозой для жизни и здоровья людей. Проведенные обследования балконных плит зданий в городе Вологда и Вологодской области показали, что многие из них имеют опасные повреждения, такие как отслоение защитного слоя бетона, оголение и поверхностную коррозию арматуры, и прогибы, превышающие нормативное значение, а также повреждения и коррозию ограждений балконов зданий.

Для обеспечения безопасной эксплуатации аварийных балконов разработаны различные варианты их усиления, выбор которых зависит от конструктивной схемы здания, расчетной схемы балконов, расположения их на фасаде здания и т.д.

Различие каждого из методов усиления состоит в разных способах передачи усилий с рамы усиления балконной плиты на несущие конструкции здания.

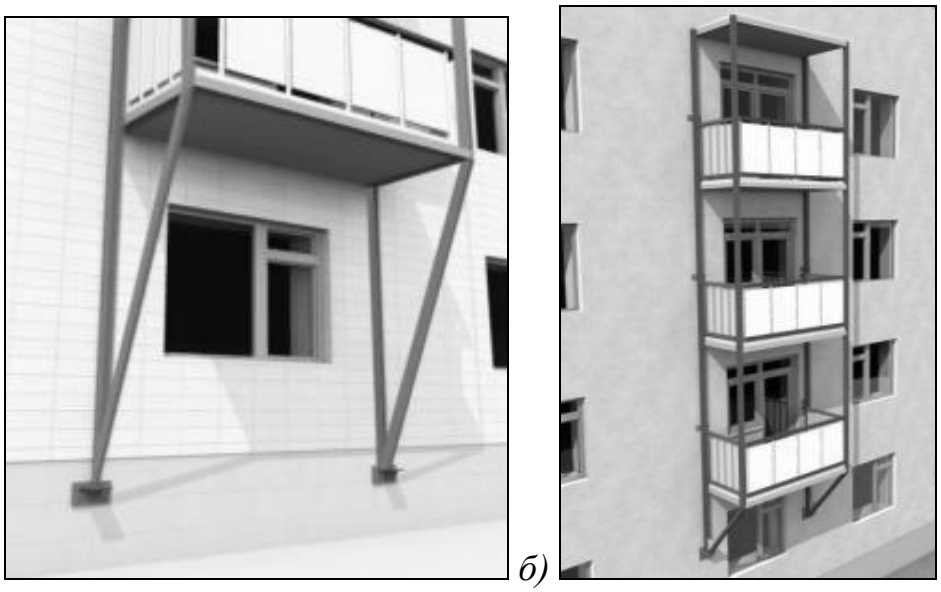
По первому способу усилия с рамы усиления передаются на систему парных подвесок, соединяющих балконные плиты по всей высоте здания (рис. 1). Подвески непосредственно крепятся к металлическим балкам усиления балконных плит, проходящим под балконными плитами в средней их части вдоль длинной стороны. В верхней части наружной стены здания подвески проходят сквозь стену через отверстия и соединяются с металлической балкой, которая заанкерована в плиты чердачного перекрытия. В чердачном перекрытии устанавливают дополнительно металлическую балку поперек железобетонных плит чердачного перекрытия. Количество плит, к которым крепят балку,

определяется расчетом, исходя из геометрических размеров балконных плит и их количества. Основным достоинством данного варианта усиления является рациональное использование металлических профилей (подвески работают на растяжение).

Рис. 1. Усиление вертикального ряда балконов с помощью подвесок

По второму способу нагрузка с рамы усиления передается на вертикальные стойки из замкнутых гнутосварных профилей и далее на опорный столик, заанкеренный в фундаментные блоки здания (рис. 2а) или в кирпичную кладку стен (рис. 2б). Стойки также закрепляют к наружной стене здания при помощи анкеров. Для обеспечения плотной заделки анкеров в стене здания в предварительно просверленные отверстия нагнетают цементный раствор. Чтобы исключить передачу усилий со стойки на грунт и необходимость устройства фундамента под стойку предусмотрена консоль из прокатного уголка. Консоль закрепляется в фундаментном блоке или на кирпичной кладке стен с помощью сквозных анкеров.

Также разработан способ усиления вертикального ряда балконов, когда стойки опираются на винтовые сваи (рис. 3). Сущность предлагаемого технического решения заключается в том, что металлическая обвязка из прокатного уголка подводится под балконную плиту основания, выставляются стойки, которые на каждом этаже приваривают к металлической обвязке, а внизу приваривают к базе, заанкерованной в винтовой свае.



а) *б)*

Рис. 2. Усиление вертикального ряда балконов с помощью стоек, опирающихся на консоль, закрепленную: а - в уровне фундаментных блоков; б - на кирпичной стене

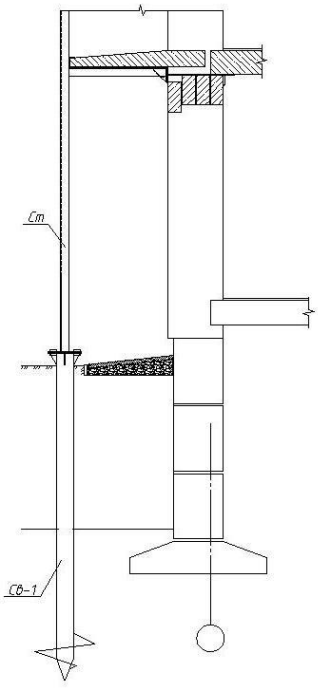


Рис. 3. Усиление вертикального ряда смежных балконов с помощью стоек, опирающихся на винтовые сваи

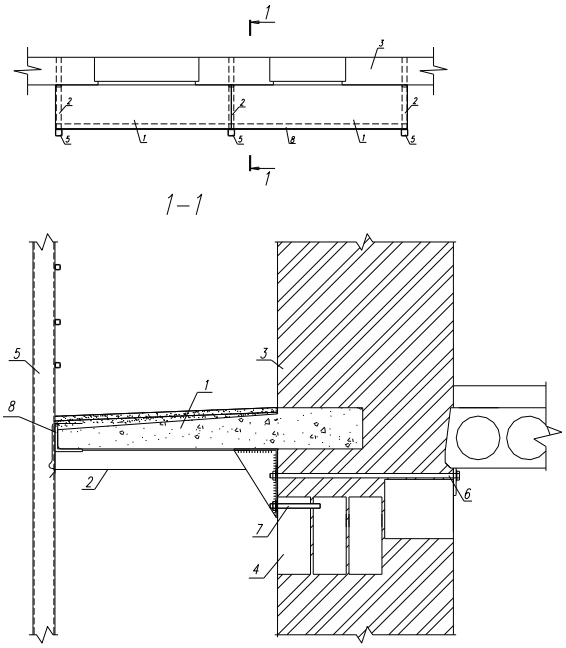


Рис. 4. Усиление вертикального ряда смежных балконов с помощью стоек: 1- балконная плита; 2 – металлическая балка из прокатного уголка; 3 – стена здания; 4 – железобетонная перемычка; 5 – стойка; 6 – сквозной анкер; 7 – глухой анкер; 8 – металлическая балка из прокатного уголка

При расположении на фасаде здания парных балконных плит возникают проблемы с устройством стойки в месте сопряжения плит. Поэтому предложен вариант усиления вертикального ряда спаренных балконов (рис. 4). Он заключается в том, что под балконную плиту подводят металлические балки из прокатных уголков, с одной стороны заанкерованные в стену, с другой стороны, приваренные к вертикальным стойкам. Для раскрепления металлических балок из плоскости предусмотрена металлическая балка из прокатного уголка вдоль длинной стороны балконной плиты.

Для ликвидации мостиков холода в местах постановки сквозных анкеров разработано утепление узла опирания столика, закрепленного в фундаментном блоке или кирпичной стене (рис. 5).

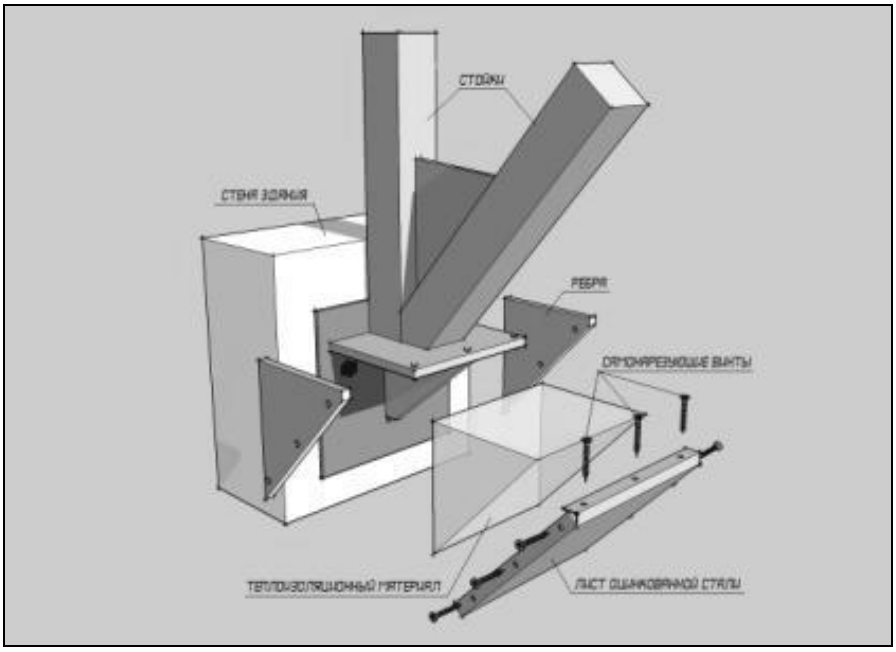


Рис. 5. Утепление узла опирания столика, закрепленного в фундаментном блоке или кирпичной стене

На данные технические решения усиления получены патенты РФ на полезные модели [1-6].

Из сравнения данных методов усиления вертикальных рядов одиночных и спаренных балконных плит (табл.) наилучшим по трудоемкости процесса и сметной стоимости работ является способ усиления вертикального ряда одиночных и спаренных балконов с помощью стоек, опирающихся на консоль, закрепленную в фундаментном блоке.

Таблица

Сравнение вариантов усиления вертикального ряда балконов

Наименование способа усиления вертикального ряда балконов	Расход металла, кг	Трудоемкость, чел·ч	Сметная стоимость усиления, руб.
1. С помощью стоек, опертых на винтовые сваи.	725,55	73,54	75332,28
2. С помощью стоек, опирающихся на консоль, закрепленную в кирпичную стену.	716,63	63,21	70714,41
3. Усиление вертикального ряда балконов, расположенных с одной стороны здания, с помощью подвесок.	863,73	67,18	74969,33

Литература

1. Пат. 2416699 Российская Федерация, МПК E 04 B 1/00. Конструкция усиления балконов / И. С. Казакова, М. В. Ильина; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Вологодский государственный технический университет» (ВоГТУ). - № 2010101345; заявл. 18.01.2010; опубл. 24.11.2010.

2. Пат. 96136 Российская Федерация, МПК E 04 B 1/00. Конструкция усиления балконов / И. С. Казакова, С. Н. Глебов; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Вологодский государственный технический университет» (ВоГТУ). – № 2010104201; заявл. 08.02.2010; опубл. 15.04.2010.

3. Пат. 123800 Российская Федерация, МПК E 04 B 1/00. Конструкция усиления балконов / И. С. Казакова, Н. Н. Цывкунова, А. А. Преснухина; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Вологодский государственный технический университет» (ВоГТУ). – № 2012132202; заявл. 26.07.2012; опубл. 10.01.2013.

4. Пат. 123802 Российская Федерация, МПК E 04 B 1/00. Конструкция усиления балконов / И. С. Казакова, Н. Н. Цывкунова, А. А. Преснухина; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Вологодский государственный технический университет» (ВоГТУ). – № 2012132200; заявл. 26.07.2012; опубл. 10.01.2013.

5. Пат. 107198 Российская Федерация, МПК Е 04 В 1/00. Конструкция усиления балконов / И. С. Казакова, Н. Н. Цывкунова; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Вологодский государственный технический университет» (ВоГТУ). – № 2011111174; заявл. 24.03.2011; опубл. 10.08.2011.

6. Пат. 114469 Российская Федерация, МПК Е 04 В 1/00. Конструкция усиления балконов / И. С. Казакова, Н. Н. Цывкунова; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Вологодский государственный технический университет» (ВоГТУ). – № 2010151543; заявл. 15.12.2010; опубл. 27.03.2012.

АНАЛИЗ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ УВЕЛИЧЕНИЯ ТОЛЩИНЫ ТЕРМООБОЛОЧКИ ЗДАНИЙ

В.Н. Угловский
Научный руководитель ***Е. А. Кабанов****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Рациональное использование топливно-энергетических ресурсов как в России, так и во всем мире является одной из самых актуальных проблем. До недавнего времени дешевизна энергоносителей в нашей стране не позволяла ощутить максимальный экономический эффект от использования современных теплосберегающих материалов и оборудования. Только за последние несколько лет цены на электроэнергию выросли более чем на 45%, а на газ – более чем на 65%. Энергосберегающие технологии с каждым днем становятся все более востребованными. Целью строительства энергосберегающих домов является минимизация эксплуатационных расходов здания при условии сохранения комфортных условий проживания, защита окружающей среды от вредных отходов теплоисточников и теплового загрязнения.

В России за последний год был принят ряд основополагающих документов, способствующих повышению энергоэффективности:

– закон Российской Федерации от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности»;

– приказ Министерства регионального развития РФ от 28 мая 2010 года № 262 «О требованиях энергетической эффективности зданий»;

– приказ Министерства энергетики РФ от 19 апреля 2010 года № 182 «Об утверждении требований к энергетическому паспорту, составленному по

результатам обязательного энергетического обследования и к энергетическому паспорту, составленному на основании проектной документации».

При проектировании энергоэффективных домов главное внимание уделяется следующим 5-ти аспектам: энергоэффективное архитектурно-планировочное решение, энергосберегающее утепление здания, энергосберегающие окна, эффективная система воздухообмена, альтернативные источники энергии.

Первостепенной задачей после создания архитектурно-планировочного решения и рационального расположения здания по сторонам света является комплексный подбор энергоэффективного утепления и стеклопакетов. Зачастую этому этапу в современных условиях проектирования не уделяют должного внимания, принимая толщину утеплителя и расчетное значение сопротивлению теплопередаче окон по минимально допустимому значению согласно строительным нормам и правилам, что ведет к относительно большим эксплуатационным затратам на отопление и вентиляцию здания.

В связи с этим основной целью работы является анализ целесообразности увеличения толщины теплоизоляционной оболочки здания, а также расчетного сопротивления теплопередаче окон.

Методика проведения исследования заключается в следующем:

1) Для проектируемого здания первоначальный выбор теплозащитных свойств конструкций здания производится, согласно [1] и [2], по показателям «а» и «б». Здание представляет собой двухэтажный дом усадебного типа с мансардой, стены двух типов - кирпичные с эффективным утеплителем (тип 1) и каркасно-деревянные с эффективным утеплителем (тип 2), пол выполнен по грунту.

2) Задавшись начальными параметрами выполним расчет по показателю «в» - удельному расходу тепловой энергии на отопление здания, позволяющему варьировать величинами теплозащитных свойств различных видов ограждающих конструкций зданий. Расчет по данному показателю максимально отразит теплозащитные характеристики проектируемого здания и даст возможность присвоить класс энергетической эффективности.

3) Анализ эффективности увеличения толщины теплоизоляционной оболочки сверх нормативных значений, полученных по показателям «а» и «б». Осуществляется путем перерасчета удельного расхода тепловой энергии (показатель «в») при последовательном увеличении толщины каждого элемента термооболочки здания в отдельности, что дает возможность судить об изменениях показателей в более широкой форме. Помимо утеплителя в работе так же рассмотрены энергосберегающие окна и их вклад в общую картину теплоизоляции здания.

В результате выполненных расчетов получили следующие нормируемые значения по показателям «а» и «б»:

- для стен «типа 1»: R_{req} = 3,4 м²·°С/Вт (принимаем утеплитель Rockwool Кавити Баттс™ t=90мм);

- для стен «типа 2»: R_{req} = 3,4 м²·°С/Вт (принимаем утеплитель Rockwool Лайт Баттс™ t=120мм);

- для кровли: R_{req} = 5,01 м²·°С/Вт (принимаем утеплитель Rockwool Лайт Баттс™ t=200мм);

- приведенное сопротивление теплопередаче пола по грунту: R_f = 2,37 м²·°С/Вт;

- для окон R_{req} = 0,58 м²·°С/Вт.

Далее, согласно методике, представленной в приложении Г[1], был определен фактический удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию q_h^{des}= 86,23кДж/ (м²·°С·сут) , а так же потребность в тепловой энергии за отопительный период Q_h^y= 123920МДж. Согласно таблице 8 [1] нормируемый q_h^{req}= 110кДж/ (м²·°С·сут) , из чего следует, что зданию можно присвоить класс энергетической эффективности В – высокий.

Одним из основополагающих решений в начальном этапе проектирования при создании комфортного, а главное, энергоэффективного здания является его правильно подобранная теплоизоляция. Увеличивать толщину утеплителя можно вплоть до метровых величин, но будет ли это выгодно как с энергетической, так и с экономической стороны может отразить только расчет.

Изменение приведенного сопротивления теплопередаче стен здания при увеличении толщины теплоизоляции стен представлено в таблице. При каждом увеличении толщины теплоизоляции стен был проведен перерасчет по показателю «в». На основании результатов составлен график снижения потребности в тепловой энергии, представленный на рис. 1.

Таблица

Увеличение толщины теплоизоляции стен

Увеличение толщины утеплителя на, мм	Расчетное сопротивление теплопередаче доп. слоя, $(м^2°С)/Вт$	Приведенное сопротивление теплопередаче стен, $(м^2°С)/Вт$
50	1,25	4,285
100	2,5	5,41
150	3,75	6,535
200	5	7,66

Аналогичные расчеты были сделаны для утеплителя кровли, утеплителя пола по грунту и светопрозрачных конструкций (окон). Результаты сведены в отдельные графики.

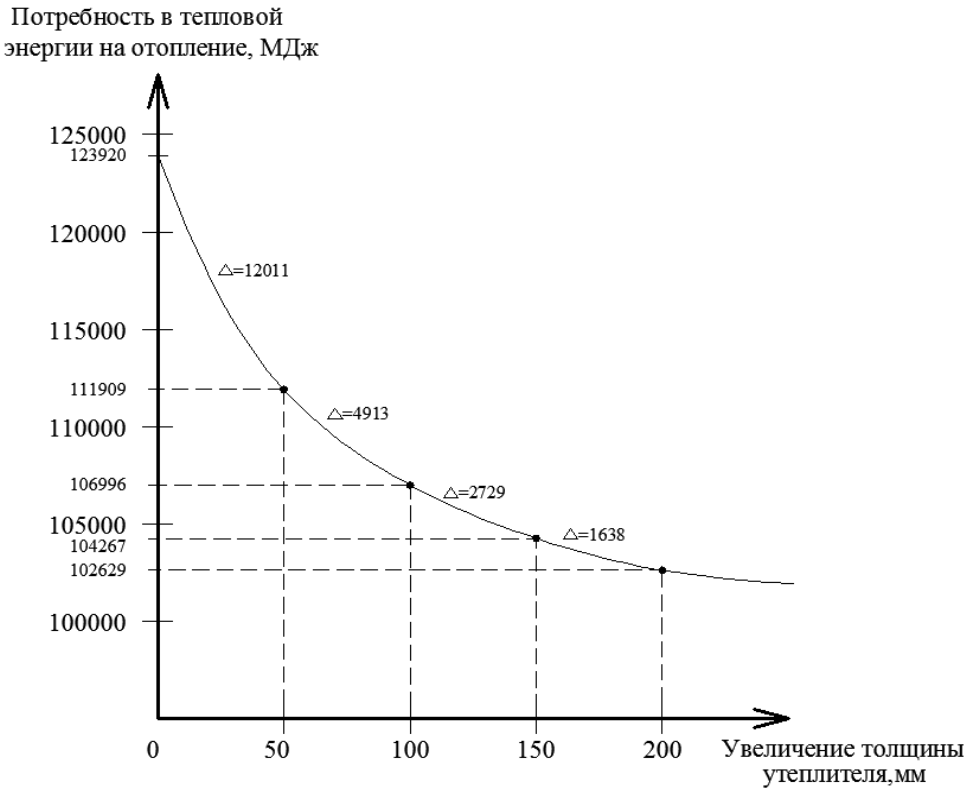


Рис. 1. График снижения потребности в тепловой энергии при увеличении толщины утеплителя стен

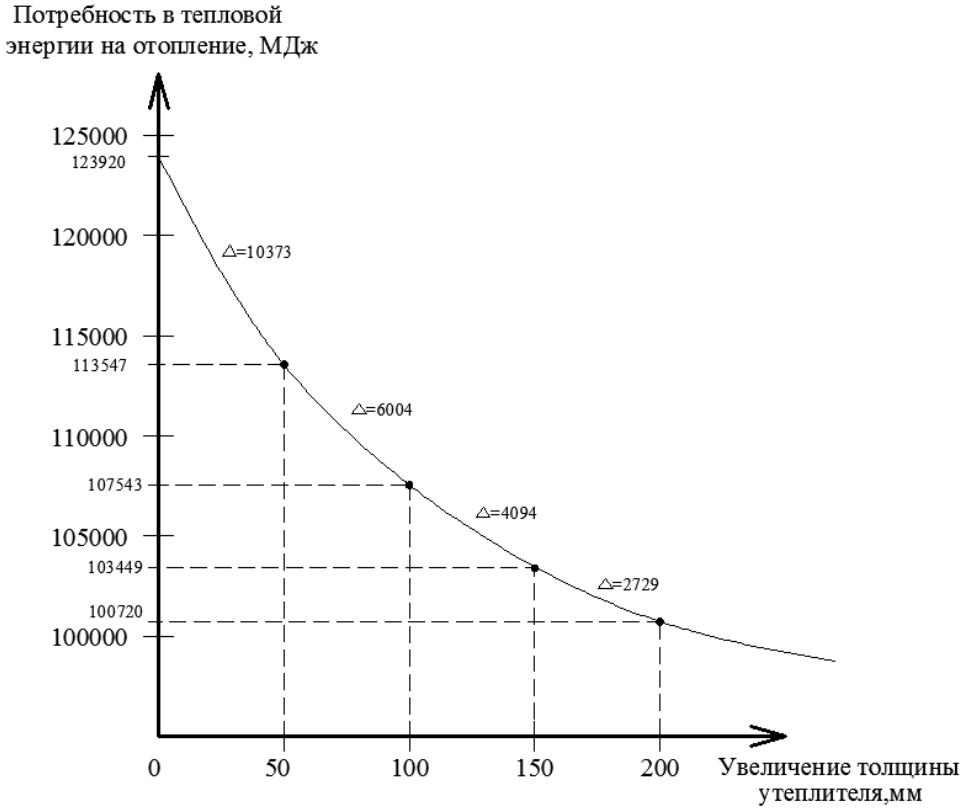


Рис. 2. График снижения потребности в тепловой энергии при увеличении толщины утеплителя пола по грунту

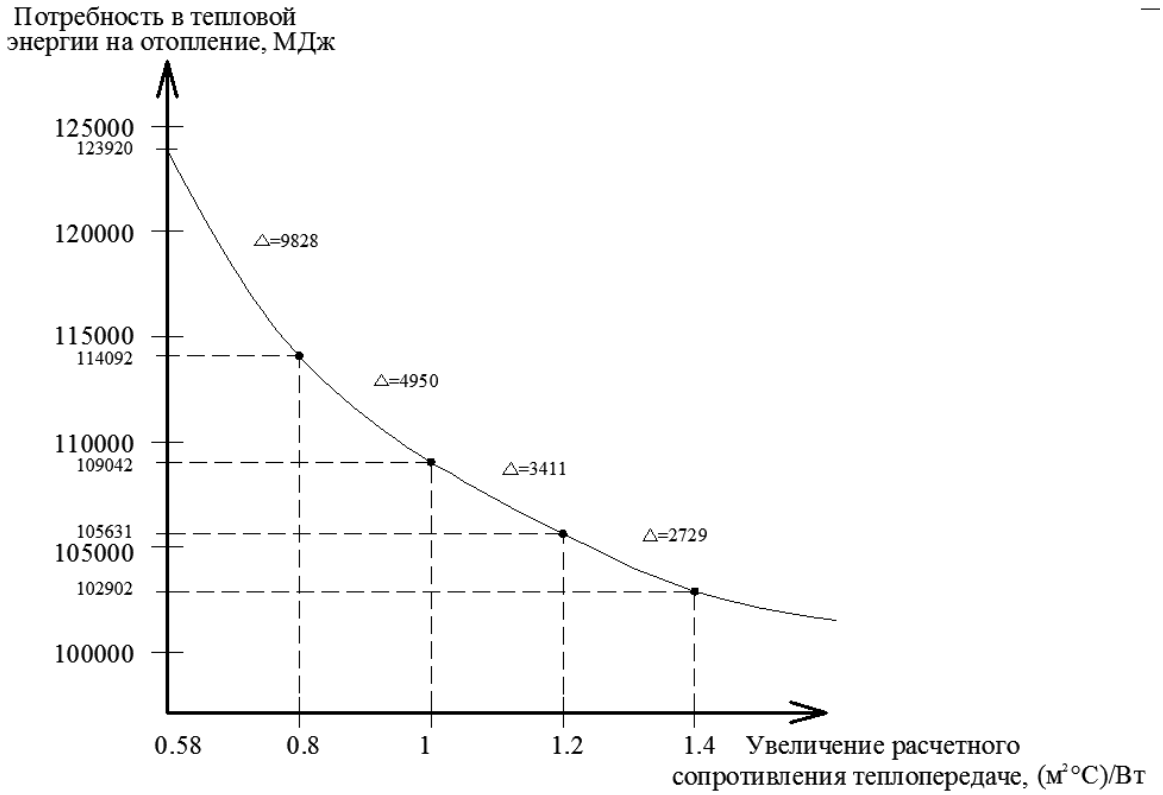


Рис. 3. График снижения потребности в тепловой энергии при увеличении расчетного сопротивления теплопередаче окон

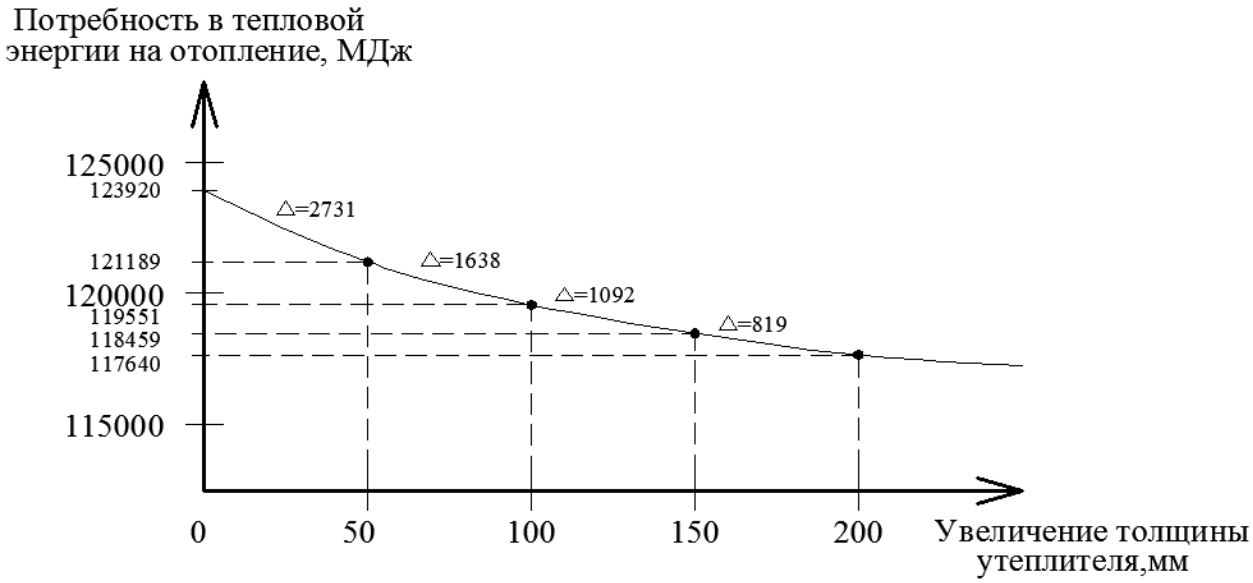


Рис. 4. График снижения потребности в тепловой энергии при увеличении толщины утеплителя кровли

По результатам аналитических данных принимаем следующие решения: для стен «типа 1» $t_{ут}$ =150мм; стен «типа 2» $t_{ут}$ =250мм; для пола по грунту $t_{ут}$ =100мм; окна энергоэффективные R_{req} = 1 м²·°С/Вт.

Фактический удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию q_h^{des}= 50,44кДж/ (м²·°С·сут) уменьшился на 41.5%. Потребность в тепловой энергии за отопительный период Q_h^y= 72060МДж уменьшилась на 41.8%. Величина отклонения расчетного (фактического) значения удельного расхода тепловой энергии на отопление здания q_h^{des} от нормативного составляет минус 54.15%. Согласно таблице 3 [1] зданию можно присвоить класс энергетической эффективности А – очень высокий.

Таким образом после комплексного и сравнительно небольшого увеличения теплозащитных свойств оболочки здания затраты на отопление здания уменьшились на 41.8%.

Проанализировав полученные результаты и графики, можно сделать вывод о том, что целесообразность увеличения толщины утеплителя и увеличение расчетного сопротивления окон постепенно уменьшается по закону показательной функции. Из этого следует, что для получения наилучшего эффекта утепления здания необходимо увеличить толщину каждого компонента оболочки здания в разумных пределах, которые необходимо определять путем детального анализа. При нынешнем росте цен на энергоносители рациональное увеличение термозащиты здания будет давать весомый экономический эффект для владельцев недвижимости, а также вносить свой вклад в сохранение энергоресурсов и окружающей среды.

Литература

1. Строительные нормы и правила: СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий.- Введ. 01.10.2003.- М.: ЦИТП Госстроя России, 2003.-45 с.

2. Свод правил: СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий.- Введ. 01.06.2004.- М.: ЦИТП Госстроя России, 2004.-186 с.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ НА ОСНОВЕ ЛСТК

И.Ю. Шалагина, М.Ю. Соловьева
Научный руководитель ***И.С. Казакова****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г.Вологда

Жилищный вопрос в России – один из наиболее актуальных. Эта проблема проявляется в целом ряде симптомов, среди которых:

– Большая доля жилья с высоким процентом износа (свыше 30%).

– Возрастание доливетхого и аварийного жилья в общей площади жилищного фонда.

– Малый показатель общей площади жилых помещений, приходящихся в среднем на одного жителя в Российской Федерации (23 кв. метра).

– Снижение уровня доступности жилья в связи с ростом цен как на первичном, так и на вторичном рынках жилья.

Статистика показывает, насколько остро на данный момент в РФ стоит проблема улучшения жилищных условий населения.

Правительством РФ был разработан ряд приоритетных направлений развития страны, в которые входит программа [1]. Срок её реализации 2013-2020 года. Серийные полнокомплектные быстровозводимые здания из легких стальных тонкостенных конструкций(ЛСТК) представляют собой уже законченное строительное решение и полностью отвечают требованиям данной программы, поэтому разработка эффективного конструктивного и планировочных решений жилых зданий из легких тонкостенных профилей является актуальной задачей.

Конструкции из ЛСТК имеют ряд преимуществ, к которым относятся: малый удельный вес, экономия металла, быстрота возведения, всесезонность монтажа, индустриальность, стабильность и точность геометрических размеров профилей, компактность при транспортировке. При изучении стандартной технологии строительства зданий из ЛСТК (несущие стены из профилей и термопрофилей, эффективного утеплителя и обшивки) были выявлены следующие недостатки:

– высокая теплотехническая неоднородность конструкций. Профилии термопрофили в наружных станах являются теплопроводными включениями и снижают сопротивление теплопередачи конструкции стены;

– применение самонарезных винтов, которые нарушают цинковое покрытие в местах соединений, что способствует коррозии;

– удорожание конструкции в связи с затратами на защиту от коррозии профилей, применяемых в наружных стенах в соответствии с требованиями [5].

Целью работы было создание эффективного конструктивного решения, исключающего эти недостатки. Предлагается конструкция несущего каркаса здания из ЛСТК с применением наружного теплового контура (сэндвич-панелей). В этом случае несущие конструкции (колонны и ригеля), выполненные из оцинкованных тонкостенных профилей, будут находиться внутри отапливаемых помещений, т.е. в неагрессивной среде, следовательно, их можно применять без дополнительной покраски. Срок службы таких зданий значительно возрастает за счет того, что стойкость цинкового покрытия в неагрессивной среде более 70 лет.

Разработана конструкция унифицированного сборного каркаса на основе С-образных оцинкованных спаренных тонкостенных профилей, соединенных при помощи закладных элементов (модульных пластин) на болтовом соединении.Предусмотрены железобетонные монолитные перекрытия по профилированному листу, фундамент из ФБС с надподвальным перекрытием ЖБ плитами. Внутренняя отделка помещений можетвыполняется с применением современных негорючих плитных материалов (KNAUF-FaierBoard, СМЛ), за счет этого достигается высокая степень огнестойкости здания. Кроме того, во внутренней отделке могут быть применены ГКЛ, ГКЛО, ГВЛ (группа горючести Г1) и другие плитные материалы. Вопрос звукоизоляцииможе быть решен комплексом мер: применение минераловатных звукоизоляционных плит в перекрытиях (либо заполнение эковатой), использование звукоизоляционной прокладки из изолона(вспененный полиэтилен) толщиной 12 мм перед укладкой ламината, применение акустического потолка (Armstrong, Албес, Ecophon и Rockfon и др), специальных акустических скоб.

Отличительными преимуществами представленного конструктивного решения являются:

– концентрация металла в несущих элементах каркаса (колоннах, ригелях);
– выполнение требований [5] без дополнительной покраски и нарушения общей технологии производства;
– исключение теплопроводных включений в конструкции наружной стены (использование сэндвич-панелей);
– использование болтовых соединений (увеличение надежности соединений);
– унификация всех элементов.

Наружный стеновой контур в данном конструктивном решении выполняется из сэндвич-панелей с утеплителем на основе базальтового волокна (Ruukki-Вентал) или твердой полиизоциануратной пены IPN (Kingspan). Данные панели могут быть рекомендованы для применения в качестве наружных ограждающих конструкций жилых, общественных и производственных зданий, согласно требованиям [4] п.8. Был произведен анализтеплотехнической и

экономической эффективности использования сэндвич-панелей и современных стеклопакетов в качестве ограждающих конструкций.

Наибольшие теплопотери в здании происходят через окна и наружные стены, поэтому от их конструктивного решения в большей степени зависит энергоэффективность здания.

Из таблицы 1 следует, что наиболее экономически выгодно использовать в качестве наружного стенового ограждения сэндвич-панели при соблюдении современных требований теплозащиты жилых зданий.

Таблица 1

Сравнение необходимых по теплотехническим требованиям толщин стен разной конструкции и их экономической эффективности

Материала стены	Необходимая толщина стены (R_0=3.35м^2×°С/Вт), мм	Стоимость материала и монтажа 1 м^2 в руб.
Глиняный обыкновенный кирпич на цементно-песчаном растворе (ГОСТ 530), 1800 кг/м^3	2585	13548
Глиняный обыкновенный кирпич на цементно-песчаном растворе (ГОСТ 530), 1800 кг/м^3 с утеплителем минеральная вата λ = 0,044 Вт/(м·К)	490	3658
Брус клееный, λ = 0,18 Вт/(м·К)	575	3690
Пенобетон,600 кг/м^3, λ = 0,26Вт/(м·К)	830	3015
Сэндвич-панель с утеплителем твердая полиизоциануратная пена IPN или THERMALsafe с закрытыми порами, λ = 0,022 Вт/(м·К)	70	1995
Сэндвич-панель с утеплителем плиты ROCKWOOL СЭНДВИЧ БАТТС С, λ = 0,042 Вт/(м·К)	150	1814

Сравнение в таблице 1 проведено на основе конструктивного решения жилого здания на основе ЛСТК с наружным стеновым ограждением: сэндвич-панели с утеплителем плиты ROCKWOOL СЭНДВИЧ БАТТС С, λ = 0,042 Вт/(м·К). Из таблицы 2 видно, что современные пластиковые стеклопакеты снижают теплопотери через окна более чем на 60% , также увеличение стоимости окна на 4105 руб. ведет к уменьшению расхода тепловой энергии на

14%. Применение окон с большим сопротивлением теплопередаче позволяет значительно повысить энергоэффективность здания.

Таблица 2

Сравнение энергоэффективности здания при применении различных видов светопрозрачных конструкций

	Двойное остекление из обычного стекла в спаренных переплетах R_0=0,4 м^2×°С/Вт Q=292,5Вт	Двухкамерный стеклопакет ,3-х камерная система профилей Basic-Design R_0=0,65 м^2×°С/Вт Q=180Вт 8183 руб.	Двухкамерный стеклопакет,6 камерное строение профиля, Geneo R_0=1,05м^2×°С/Вт Q=111Вт 12288руб.
Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания кДж/(м$^{2\cdot 0}$С·сут)	84,70	66,77	55,84
Нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление здания75,64кДж/(м$^{2\cdot 0}$С·сут)			
Величина отклонения расчетного значения удельного расхода тепловой энергии на отопление здания q_h^{des}от нормативного, %	12	-12	-26
Класс энергетической эффективности	D-низкий	B - высокий	B - высокий

В процессе исследований также были решены два актуальных вопроса. Первый вопрос - выбор сетки колонн с минимальным расходом стали при обеспечении прочностных характеристик сечений, требований их жесткости и оптимальных планировочных решений. Были выбраны две сетки колонн 4,2х4,2 м и 4,2х3,0 м. В связи с отсутствием в РФ нормативных требований по расчету легких стальных тонкостенных конструкций пространственный расчет каркаса был произведен при помощи программного вычислительного комплекса SCAD на основе [3]. При расчете были использованы геометрические характеристики сечений с учетом редуцирования. Для выбранной сетки колонн были разработаны планировочные решения односекционных, двухсекционных и многосекционных двухэтажных жилых зданий с учетом всех требований действующей нормативно-технической документации.

Второй вопрос – увеличение архитектурной выразительности зданий и разработка дизайна фасадов,ведь в последнее время эстетика «панельной» архитектуры часто ставится под сомнение. Для решения данного вопроса пред-

лагается использование различных цветовых решений (комбинация различных цветов сэндвич-панелей), использование дополнительных архитектурных элементов (карнизы, обрамление оконных проемов, угловых стыков панелей и пр.), применение балконов, плоских и односкатных кровель, вставка элементов витражного остекления, сдвижка секций относительно друг друга в секционных зданиях, применение сэндвич-панелей различной фактуры (перфорации).

Представленное конструктивное решение целесообразно для применения в малоэтажном строительстве (жилые здания до 3-х этажей, возможны решения с дополнительным мансардным этажом). Варьируя толщину сэндвич-панелей данную конструкцию можно применять для строительства в любых климатических районах. Особенно эта конструкция будет востребована в удаленных районах с неразвитой строительной инфраструктурой, т.к. данные конструкции имеют малый удельный вес, сформированы в компактную транспортную упаковку, могут перевозиться любым видом транспорта, соответственно они будут иметь низкую стоимость перевозки.

Использование полученных данных в практической строительной деятельности приведет к увеличению объемов строительства каркасных зданий из ЛСТК, что, в свою очередь, позволит уменьшить расход материалов, следовательно, понизить их стоимость, сократить сроки возведения.

Литература

1. Государственная программа Российской Федерации "Обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными услугами граждан Российской Федерации"/Москва-30 ноября 2012г. №2227-р.

2. Жилищные условия населения. Федеральная служба государственной статистики.Web: http://www.gks.ru/

3. Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций.

4. СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий»/Госстрой России. – М.: ФГУП ЦПП, 2004. – 320 с.

5. СП 28.13330.2012 «Защита строительных конструкций от коррозии». Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85/Минрегион России. - М.:ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, 2012.- 93с.

6. СП 16.13330.2011 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*/Минрегион России. - М.:ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, 2011.

О СПОСОБЕ ПОВЫШЕНИЯ ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ ОГРАЖДЕНИЙ СРЕДНЕЙ ПЛОТНОСТИ

Л.Э. Шашкова
Научный руководитель ***А.А. Кочкин****, д-р техн. наук, профессор*
Вологодский государственный университет
г.Вологда

В соответствии с требованиями нормативного документа [1] жилые здания не подразделяются на категории комфортности, а соответственно нормативные значения индексов звукоизоляции воздушного и ударного шума для социального жилья повышаются. Наиболее рациональным способом снижения уровней проникающего шума в большинстве случаев является повышение звукоизоляции ограждений.

В настоящее время для возведения внутренних ограждающих конструкций (межквартирных и межкомнатных перегородок) используют блоки из легкого пористого бетона плотностью 500-700кг/м^3, индекс изоляции воздушного шума которых изменяется в пределах 44-49 дБ для блоков толщиной от 100 до 200мм.

Актуальной проблемой в области строительной акустики является повышение звукоизоляции ограждений или возможность регулировать ее в частотном диапазоне без увеличения толщины, а следовательно поверхностной массы ограждения путем выявления их внутренних резервов и с наименьшей затратой материальных средств.

Вариантом таких конструкций могут быть ограждения из слоистых элементов [2], которые в настоящее время широко применяются в практике строительства в качестве внутренних ограждающих конструкций. Слоистые вибродемпфированные панели (СВДП) представляют собой два и более жестких слоя, соединенных между собой промежуточными вибродемпфирующими материалами, повышающими конструкционные коэффициенты потерь в ограждениях. При данном подходе проектирования необходимы надежные методы оценки влияния различных параметров отдельных слоев и элементов слоистых панелей на их звукоизоляцию, так и оценка этого влияния в составе ограждающих конструкций.

Известно, что жесткость конструкции оказывает большое влияние как на ее частотную характеристику звукоизоляции, так и на величину средней звукоизоляции. Чем меньше жесткость стены, тем в более высокочастотной области возникает волновое совпадение и тем в меньшей степени оно ухудшает звукоизоляцию, так как в этой области абсолютные значения звукоизоляции стены достаточно велики, а спектр шума обычно уже имеет спад.

Однако, влияние на звукоизоляцию изменения изгибной жесткости путем нанесения пропилов изучено только для однослойных ограждений, и отсутствуют данные для слоистых конструкций.

Уменьшение изгибной жесткости достигается путем нанесения прорезей на наружные слои панели, которые приводят к уменьшению поперечного сечения, а, следовательно, часть панели с прорезями будет играть роль присоединенных масс, равномерно распределенных по ней. Увеличение звукоизоляции происходит в той области частот, где действует закон массы, т.е. отдельные участки пластины колеблются независимо друг от друга. Вследствие нанесения прорезей (уменьшения изгибной жесткости) граничная частота волнового совпадения смещается в область высоких частот.

На рисунке представлены графики частотной характеристики звукоизоляции СВДЭ до и после уменьшения изгибной жесткости.

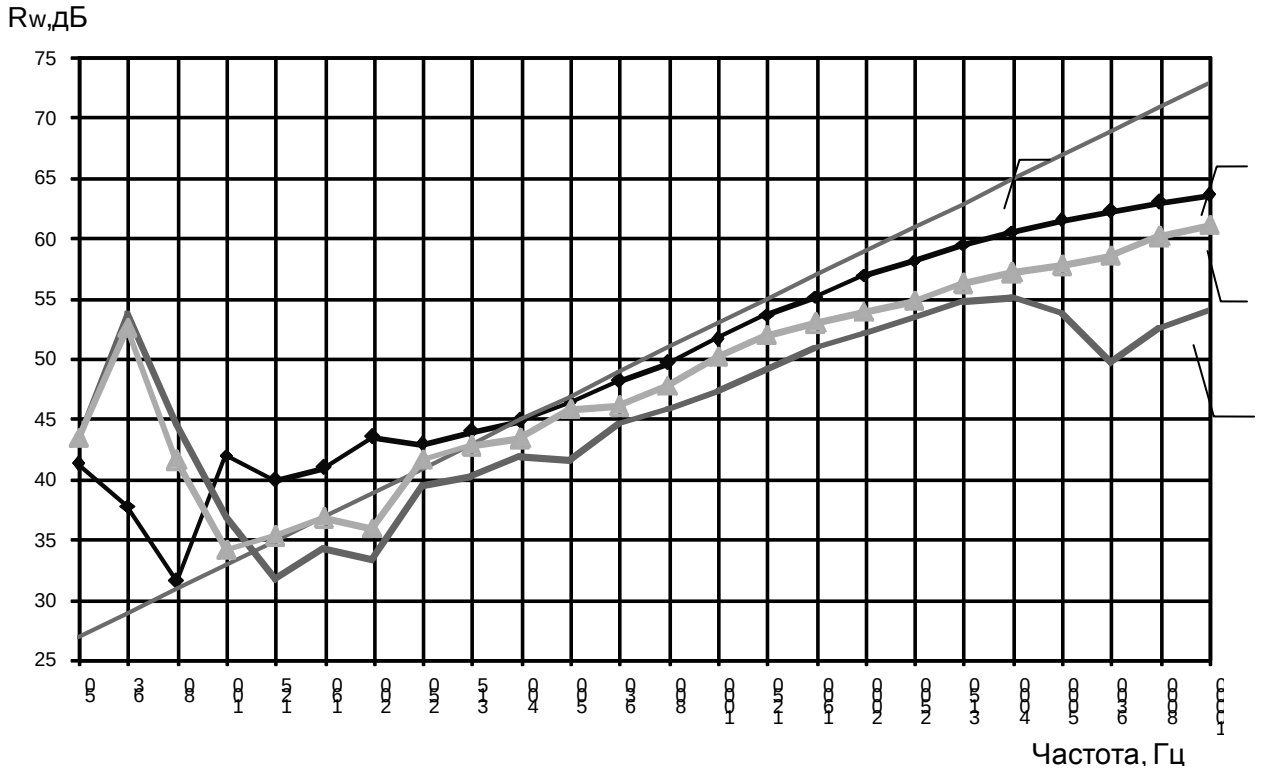


Рис. Частотные характеристики звукоизоляции ограждающей конструкции, выполненной из:

1 – бетонных блоков толщиной 150мм, R_W=47 дБ;

2 – двух бетонных блоков толщиной по 75 мм, склеенных вибродемпфирующим материалом, μ=112кг/м^2, R_W=50 дБ;

3 – двух бетонных блоков толщиной по 75 мм, склеенных вибродемпфирующим материалом, с пропилами, R_W=53 дБ;

4 – закон массы

Видно, что нанесение пропилов смещает граничную частоту волнового совпадения в область более высоких частот в пределах октавы, что происхо-

дит за счёт уменьшения изгибной жесткости. При этом индекс изоляции воздушного шума увеличивается на 3 дБ по сравнению с исходным ограждением и на 6 дБ, по сравнению с однослойным ограждением равной поверхностной плотности.

Также представляет интерес изучение влияния глубины данных пропилов, их расположение и нанесение снаружи или в толще ограждения. Выполненные экспериментальные исследования показали, что подобные конструкции при целенаправленном их проектировании и усовершенствовании можно эффективно использовать в качестве звукоизолирующих ограждений.

Литература

1. Свод правил. СП 51.13330.2011. Защита от шума: актуализированная редакция СНиП 23-03-2003: утв. 28.12.2010. – Введ. 20.05.2010 / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП , 2011. – 32 с.

2. Пат. 107802 Российская Федерация, МПК E04B 2/00 (2006.01). Звукоизолирующая вибродемпфированная слоистая панель с измененной изгибной жесткостью / А. А. Кочкин, Л. Э. Шашкова; патентообладатель Волог. гос. техн. ун-т. – № 2010150067; заявл. 06.12.2010; опубл. 27.08.2011. – Б. и. – 2011. – № 24. – С. 2.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗГИБАЕМЫХ ДЕРЕВЯННЫХ БАЛОК С ТРЕЩИНОЙ

Е.А. Ширикова, К.А. Кузнецова, В.О. Ракитина
Научный руководитель ***Л.И. Булгакова****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Целью работы является сравнение экспериментальных результатов с расчетно-теоретическим исследованием по методу составных стержней (МСС) и методу конечных элементов (МКЭ).

Расчетно-теоретическое исследование изгибаемых деревянных конструкций с трещиной изложено в [1].

При экспериментальном исследовании в качестве изгибаемой конструкции была принята деревянная балка с размерами: пролет 1,46 м; сечение – 60×150, при соотношении $\frac{h}{l} = \frac{1}{10}$ с различной длиной трещины.

Рассматривалась горизонтальная трещина в середине высоты балки. Длина трещины от шарнирно-закрепленной опоры принималась равной: 0,18; 0,34; 0,51; 0,67 и 0,84 м. Отношение длины трещины к длине балки c / l составило соответственно 0,12; 0,23; 0,35; 0,46; 0,58. Расчетная нагрузка q принята равномерно распределенной и прикладывалась ступенями (рис.1). Расчётные физико-механические характеристики древесины согласно СП 64.13330.2011: модуль упругости $E_x = 1000$ МПа, $E_y = 450$МПа; модуль сдвига $G_{xy} = 500$МПа, коэффициенты Пуассона $\mu_{yx} = 0{,}45$, $\mu_{xy} = 0{,}0$з.

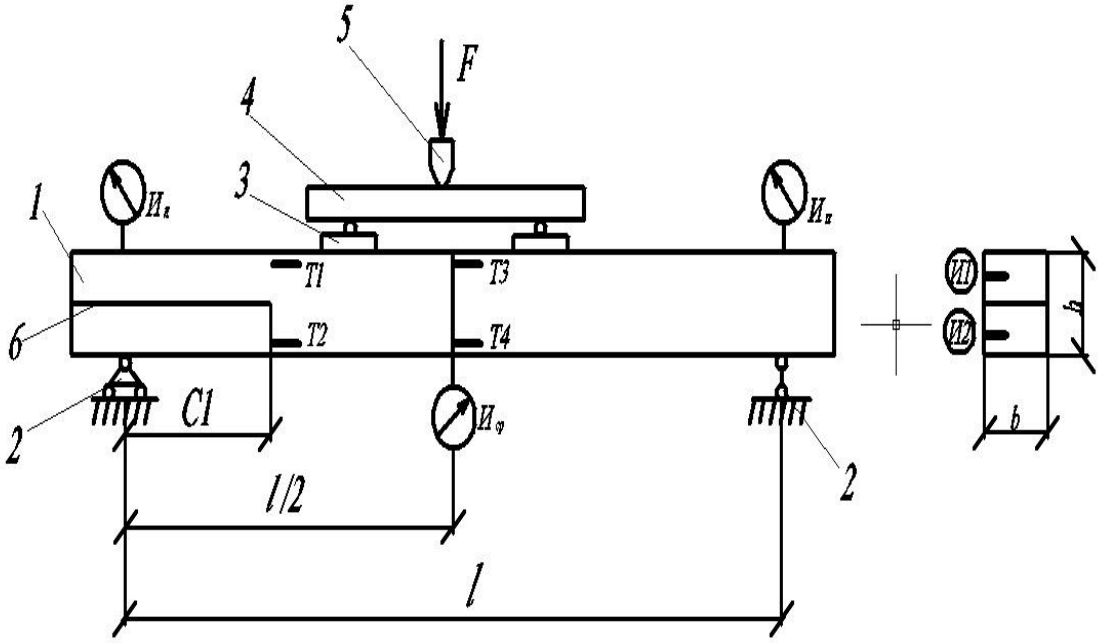


Рис. 1. Конструкция и схема испытания на статический изгиб клееной балки: 1 – балка; 2 – опоры; 3 – фанерная подкладка; 4 – нагружающая траверса; 5 – нож машины; 6 – трещина; И – индикаторы; Т – тензометры

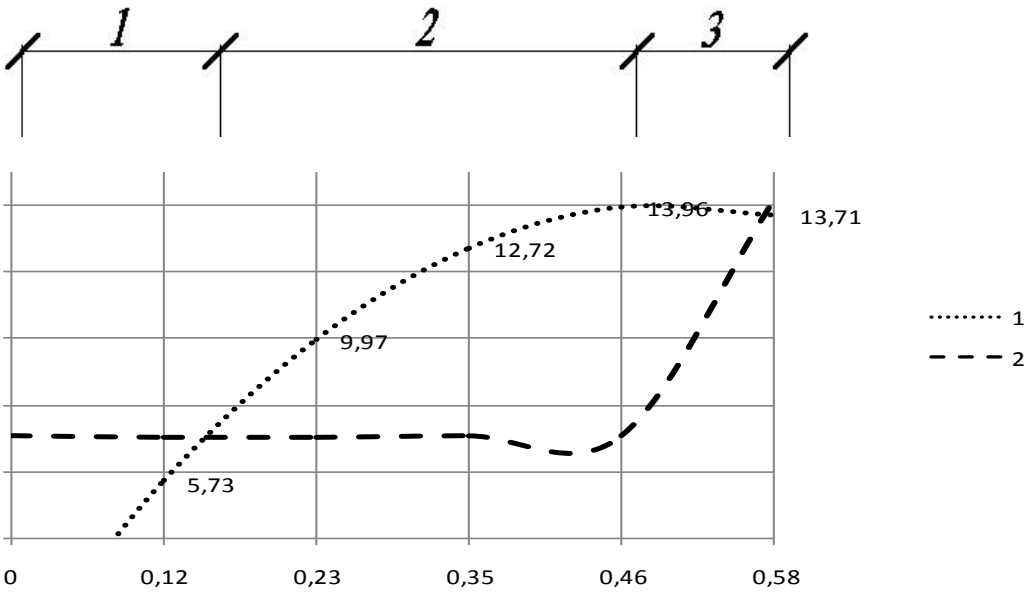
Расчетную испытательную нагрузку F определяют из условия прочности от действия нормальных и касательных напряжений.

На рис.2 показан характер изменения максимальных напряжений при различной длине трещины по методу составных стержней (МСС). Видно, что при развитии трещины на участке 1 от 0 до 0,15*l* наибольшие нормальные напряжения возникают в середине пролета, что мало влияет на напряженное состояние. При дальнейшем развитии трещины до 0,5*l* опасные напряжения возникают в зоне вершины трещины. Причем при длине трещины от 0,15*l* до 0,46*l* (участок 2) напряжения в зоне вершины трещины постоянно увеличиваются, а в середине пролета практически не изменяются. При длине трещины

от 0,36*l* до 0,5*l* (участок 3) напряжения в зоне вершины трещины изменяются незначительно, а в середине пролета увеличиваются существенно.

При развитии продольной трещины наибольшие касательные напряжения возникают в ее вершине. При изменении длины трещины от 0 до 0,4*l* (рис.2б) наблюдается постоянное увеличение напряжений, а после этого – снижение.

а)



б)

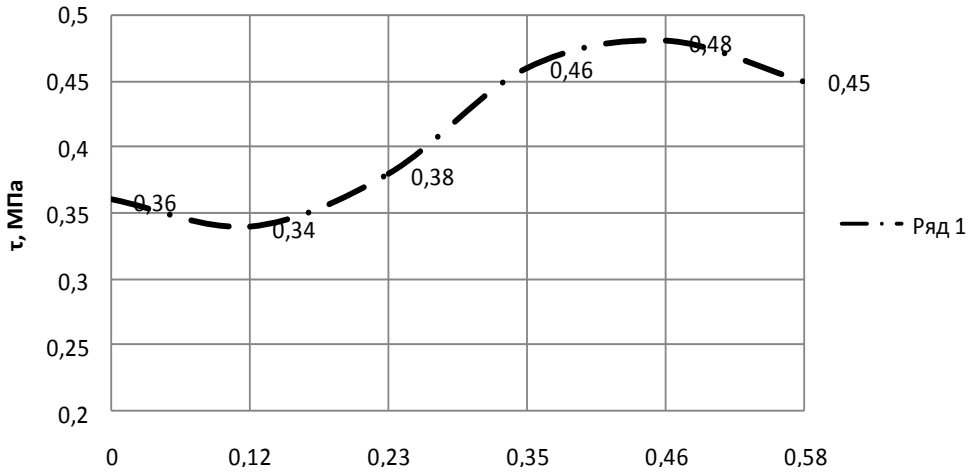


Рис. 2. Характер изменения максимальных напряжений при различном соотношении c/L (МСС): а) - максимальные нормальные напряжения при различном отношении c/L; б) – то же касательное напряжение (c – длина трещины; L – длина изгибаемого элемента): 1 – значения напряжений в вершине трещины; 2 – значения напряжений в середине пролета элемента; о – экспериментальные значения

Коэффициент запаса по касательным напряжениям значительно превышает значения по нормальным напряжениям (рис 3). Разрушение балки будет происходить от нормальных напряжений, при значениях соотношения *c/l* до 0,17 – в середине пролета, а при значениях *c / l* более 0,17 – в зоне вершины трещины.

Исходя из характера распределения нормальных и касательных напряжений по методу конечных элементов (МКЭ) видно, что максимальные растягивающие напряжения возникают на нижней грани балки в зоне перед вершиной трещины. В вершине трещины напряжения снижаются по отношению к максимальным в 1,05.. 1,16 раза. Изменение нормальных и касательных напряжений по длине балки K_1 и K_2 приведенные на рис.3, получены по формуле:

$$K_1 = \frac{\sigma_u}{\sigma_\partial}, K_2 = \frac{\tau_u}{\tau_\partial},$$

где σ_u, τ_u – нормальные и касательные напряжения в балке с цельным сечением; $\sigma_\partial, \tau_\partial$ – то же в балке с трещиной.

Рис.3. Характер изменения коэффициентов запаса K, по нормальным и касательным напряжениям при различном соотношении c/L (МСС): 1 – нормальные напряжения в вершине трещины; 2 – нормальные напряжения в середине пролета элемента; 3 – касательные напряжения в вершине трещины

При развитии трещины на участке 1 0.,.0,1*l* наибольшие нормальные напряжения возникают в середине пролета, что мало влияет на общее напря-

женное состояние балки. При дальнейшем развитии трещины до 0,5*l* повышается опасность напряжений в зоне вершины трещины. Причем при длине трещины 0,1…0,36*l* (участок 2) напряжения в зоне трещины постоянно увеличиваются, а в середине пролета практически стабилизируются. При длине трещины 0,36…0,5*l* (участок 3) напряжения в зоне трещины изменяются незначительно, а в середине пролета увеличиваются существенно и при 0,5*l* они достигают максимальных значений.

При развитии трещины вдоль пролета наибольшие касательные напряжения возникают в вершине трещины. При длине трещины 0…0,35*l* наблюдается постоянное увеличение напряжений, а далее – их снижение. При увеличении значений отношения *c/l*, разрушение балки будет происходить от нормальных напряжений при любой длине трещины.

В результате проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Максимальные нормальные напряжения возникают в нижней ветви балки непосредственно перед вершиной трещины. Наибольшие нормальные и касательные напряжения возникают при относительной длине трещины *c/l*=0,36.

2. Разрушение балки должно происходить главным образом от нормальных напряжений. При значениях соотношения *c/l*=0…0,17 – в середине пролета, а при значениях *c/l* более 0,17 – в зоне вершины трещины.

3. С помощью полученных аппроксимирующих зависимостей при известной относительной длине трещины можно прогнозировать изменение напряженного состояния изгибаемых элементов деревянных конструкций.

Литература

1. Ширикова Е.А. Расчетно-теоретическое исследование изгибаемых деревянных конструкций с трещиной // Молодые исследователи – регионам. Материалы всероссийской научной конференции.- Вологда: ВоГТУ, 2013.- С. 169-171.

Секция «ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ВОДООТВЕДЕНИЕ И АНАЛИЗ ЧС ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА»

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ ОБМЕННОЙ ЕМКОСТИ УГЛЕРОДНОГО АДСОРБЕНТА (СУЛЬФОУГЛЯ), ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ ТЕРМОХИМИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ

Д. А. Букарев
Петербургский государственный университет путей сообщения,
г. Санкт-Петербург
Научный руководитель ***Л. И. Акимов****, канд. техн. наук, доцент*
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный
университет, г. Санкт-Петербург

В настоящее время в технологиях очистки природных и сточных вод (особенно промышленных предприятий) широкое применение находят углеродные адсорбенты – активированные угли. Их потребление с каждым годом возрастает, однако использование имеет ограничение, связанное, в первую очередь, с их высокой стоимостью. Актуальной задачей является поиск и разработка методов получения дешевых углеродных адсорбентов на основе углеродсодержащего сырья – отходов промышленных предприятий, с минимальными затратами.

В результате лабораторных исследований нами был получен углеродный сорбент из твёрдых отходов, образующихся при механической очистке сточных вод бумажной фабрики «Гознак» (г.Санкт – Петербург). Полученный сорбент является аналогом сульфоугля. Основные физико-химические характеристики (адсорбционная активность по йоду, пористость, плотность и т.д.) были определены согласно нормативам [1].

Поскольку сульфоуголь обладает ионообменной способностью и относится к сильнокислотным катионитам, была определена основная характеристика – динамическая обменная емкость.

Исследования проводились в соответствии с ГОСТ 5696-74 «Сульфоуголь. Технические условия». Лабораторная установка для проведения исследований представлена на рисунке.

Испытания проводились по ГОСТ 20255-89 «Иониты. Методы определения динамической обменной емкости». Сквозь слой полученного сульфоугля объемом 100 $см^3$ (предварительно замоченного и отмытого) пропускается рабочий раствор хлорида кальция C_{CaCl_2}=4ммоль/л. Скорость фильтрации определена по таблице ГОСТ 20255-89 для сильнокислых катионитов и равна $V_{фильтрации}$=33$см^3$/мин. Пробы фильтрата отбирались порционно: первые две по

500мл после пропускания соответственно 0,5 и 1,0л рабочего раствора, далее по 250мл. В каждой пробе определялось содержание ионов кальция по методике ГОСТ 5696-74.

Рис. Лабораторная установка:
1 – бутыль; 2 – хлоркальциевая трубка с поглотителем; 3 – стеклянная трубка; 4 – резиновый шланг; 5 – кран для регулирования расхода; 6 – стеклянная колонка, с исследуемым сорбентом; 7 – фильтр, для предотвращения попадания частиц угля в фильтрат

Динамическую обменную емкость (D) в молях на кубический метр (гэкв/м^3) до появления ионов рабочего раствора в фильтрате (проскоке) определяли по формуле ГОСТ 20255-89:

$$D = \frac{V_ф * c * 1000}{V_и}.$$

Также была определена полная динамическая емкость ($D_п$) в молях на кубический метр (гэкв/м^3) при уравнивании концентраций кальция в фильтрате и рабочем растворе по формуле ГОСТ 20255-89:

$$D_п = \frac{\left(V_ф * c - \sum V_п * c_п\right) * 1000}{V_п}.$$

Результаты исследований показали, что динамическая обменная емкость сульфоугля составляет D=195 гэкв/м^3, что несколько ниже значений динамической обменной емкости для сульфоугля по ГОСТ 5696-74 (D=240 гэкв/м^3, однако, выше значений для сульфоуглей, выпускаемых промышленностью в соответствии с ТУ 2162-001-00279870-2006, ТУ 2162-078-05015182-2001.

Также была определена полная динамическая емкость $D_п$=243,75 гэкв/м^3. К сожалению данную характеристику невозможно сравнить с аналогами, так как она не представлена в технических характеристиках.

Таким образом, проведенные исследования подтвердили эффективность полученного углеродного адсорбента и возможность его использования в технологиях очистки природных и сточных вод.

Литература

1.В Акимов Л. И., Лапчик С. Ю., Букарев Д. А. Получение углернодного адсорбента термохимической деструкцией осадка сточных вод бумажной фабрики / Доклады 67-й научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета / СПб. гос. архит.-строит. ун-т. – В 5 ч. Ч 3. – СПб., 2010.- С. 230-232.

2.ГОСТ 5696-74 «Сульфоуголь. Технические условия».

3.ГОСТ 20255-89 «Иониты. Методы определения динамической обменной емкости».

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДОПРОВОДНОГО ОСАДКА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

О.А. Глебова

Научный руководитель ***Е.А. Лебедева****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Фосфор – биогенный элемент, который может содержаться в сточной воде в виде фосфатов, ортофосфатов и полифосфатов, а также в многочисленных органических производных. Избыточное поступление в водный объект приводит к нежелательному процессу - эвтрофикации.

Механическая и биологическая очистки сточных вод предприятий в большинстве случаев не снижает концентрацию фосфора до требуемой значений ПДК, что приводит к дополнительным существенным затратам за сброс в водные объекты.

Биологические, химические и комбинированные методы являются основными для удаления фосфатов.

Химический метод основан на использовании реагентов – коагулянтов (в основном солей алюминия, железа) с выпадением в осадок нерастворимых фосфатов. Это надежный способ дефосфотации, но, как правило, характеризуется затратами на приобретение реагентов и удаление осадка.

В качестве реагента может быть использован водопроводный осадок, образующийся в процессе водоподготовки на очистных станциях с отстойников и фильтров. Его утилизация происходит так: либо сбрасывается в поверхностный водоисточник, либо проходит механическую обработку в зависимости от выбранной технологической схемы. Основным минеральным загрязнителем является соединения алюминия. Остаточный алюминий в технологических стоках варьируеся в пределах 0,65 - 42 мг/л.

Минеральный фосфор в растворенном состоянии – это ортофосфорная кислота и ее анионы ($H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-}, PO_4^{3-}). Органический фосфор в бытовых сточных водах – это в основном метаболиты человека; полифосфаты органические – это нуклеиновые кислоты; нуклеопротеиды – продукты жизнедеятельности гидробионтов и человека.

Содержание неорганических соединений фосфора в природных водах чаще всего составляет лишь сотые и тысячные доли миллиграммов и обычно в неэвтрофированных водах не превышает 0,2-0,5 мг/дм^3.

В сточных водах фосфор может присутствовать в разных состояниях: в растворенном, коллоидном и взвешенном. Нерастворимый фосфор, прочно связанный с другими соединениями, присутствующими в сточных водах, абсолютно инертен для биологического процесса очистки и, поступая в водоем в виде устойчивых минералов, подобных ортофосфату кальция, не обогащает его фосфором, а захоранивается в донных осадках.

В бытовых сточных водах фосфор присутствует в форме фосфатов и ортофосфатов.

Нерастворимый фосфор прочно связан с определенными соединениями, присутствующими в сточных водах и в биологических процессах в аэротенках участия не принимает и не трансформируется, поэтому основными информативными показателями для контроля процесса биохимического удаления фосфора на очистных сооружениях являются ортофосфаты и полифосфаты.

Предельно допустимая концентрация фосфатов (в пересчете на фосфор) в воде водных объектов рыбохозяйственного назначения составляет:

- для олиготрофных водных объектов 0,05 мг/дм^3;
- для мезотрофных – 0,15 мг/дм^3;
- для эвтрофных - 0,20 мг/дм^3.

Предельно допустимая концентрация фосфатов для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения не установлена, в них нормируется только содержание полифосфатов. Предельно допустимая концентрация полифосфатов составляет 3,5 мг/дм^3 в пересчете на фосфат-ион и 1,1 мг/дм^3 в пересчете на фосфор.

В обычных условиях в результате биологической очистки удаляется не более 50 % фосфорных соединений. При этом отношение минерального фос-

фора к общему в поступающих на очистку водах составляет 0,3-0,6 (для минерального фосфора от 30 до 60 %) и значительно возрастает в биологическом способе, фосфор возвращается в очищаемые сточные воды, так как он попадает в надиловые воды [1].

На очистных сооружениях г. Вологды определяют только значения фосфатов. Для определения содержания ортофосфатов в сточных водах было отобраны пробы в 5 точках: 1 – после решеток, 2 – после песколовок, 3 – после денитрификаторов, 4 – иловая вода и 5 – на выпуске (рис.1).

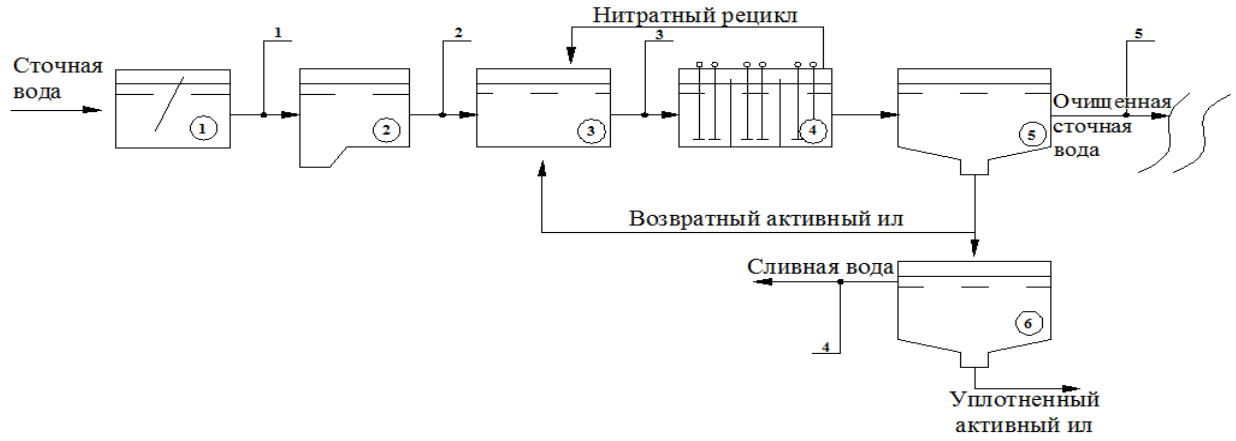


Рис. 1. Технологическая схема ОСК г. Вологды: 1-решетка, 2-песколовка, 3-денитрификатор,4-аэротенк, 5-вторичный отстойник, 6-илоуплотнитель

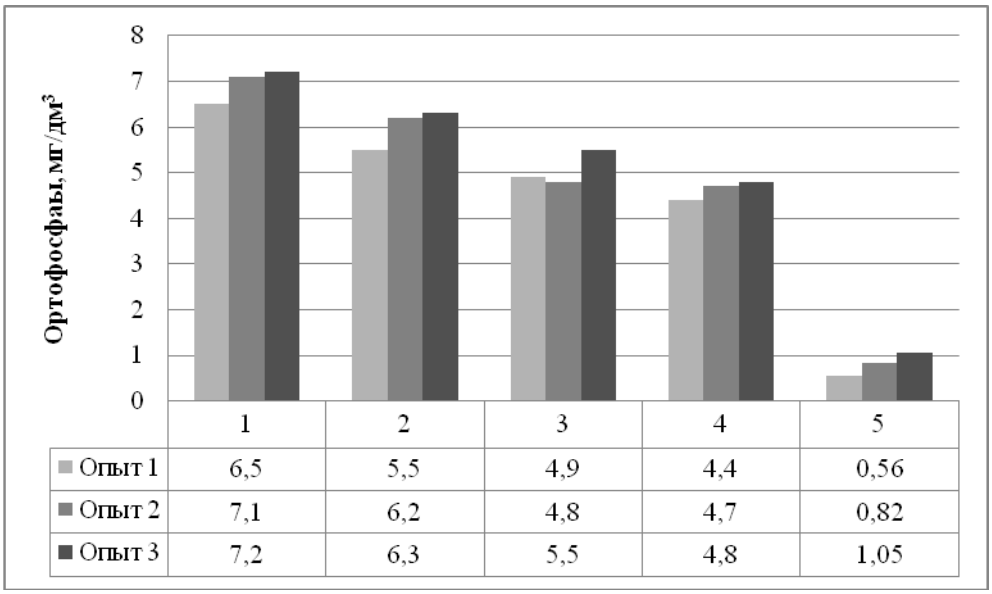
Для проведения лабораторных испытаний была использована методика определения ортофосфатов с молибдатом аммония в кислой среде. В ходе реакции образуется желтая гетерополикислота, которая под действием восстановителей (хлорид олова) превращается в интенсивно окрашенное синее соединение.

Содержание ортофосфатов (мг/дм^3) рассчитывают по соответствующему калибровочному графику [2]. В результате опытов получились следующие значения, которые представлены на рис.2.

По данным результатам можно судить о превышении ПДК на выпуске.

Ранее были проведены опыты с удалением фосфатов из сточных вод путем фильтрования их через фильтрат водопроводного осадка [3]. Дефосфотация происходит за счет ионообменной реакции. Исходная концентрация фосфора в сточной воде составляла 2-3 мг/дм^3, после проведенных опытов – 0,1-0,2 мг/дм^3.

В дальнейшем предусмотрено проведение серий опытов, которые будут направлены на изучение состава водопроводного осадка, расчета оптимальных доз, разработку технологической схемы. На основании исследований будет рассмотрено влияние осадков водопроводных станций на работу очистных сооружений канализации и на осадок сточных вод.



	1	2	3	4	5
Опыт 1	6,5	5,5	4,9	4,4	0,56
Опыт 2	7,1	6,2	4,8	4,7	0,82
Опыт 3	7,2	6,3	5,5	4,8	1,05

Рис. 2. Содержание ортофосфатов на ОСК г. Вологды по результатам опытов

Выводы:

Использование водопроводного осадка в качестве реагента для удаления ортофосфатов и фосфатов из сточных вод является альтернативным направлением в его утилизации.

Определено содержание ортофосфатов по ходу движения сточной воды на очистных сооружениях канализации.

Проанализированы методы дефосфотации сточных вод и направления утилизации осадков водопроводных станций.

Литература

1. Жмур Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. - М.: АКВАРОС, 2003. - 512 с.

2. РД 52.24.382 – 2006. Массовая концентрация фосфатов и полифосфатов в водах: Методика выполнения измерений фотометрическим методом.

3. Разработка технологии дефосфотации сточных вод / О.А. Глебова // Молодые исследователи регионам: материалы всероссийской научной конференции. В 2-х т. – Вологда: ВоГТУ, 2012. – Т.1. – 453 с.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ОСВЕТЛЕНИЯ ВОДЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЦЕЛЕЙ ХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

А.В. Гринько
Научный руководитель ***Е.А. Мезенева****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Предприятия химической промышленности, проводящие реконструкции с целью наращивания объёмов выпускаемой продукции столкнулись с проблемой увеличения потребления воды на основное производство. Вместе с тем, существующее оборудование водоподготовки, средний возраст которого насчитывает 20 – 30 лет, не отвечает возросшим требованиям к качеству воды на производственные нужды. В большинстве случаев технология обработки воды из поверхностных источников проводится с применением реагентов и осветлителей со взвешенным осадком, таким образом увеличение производительности сооружений невозможно без значительных капитальных затрат.

В данной работе рассматривается модернизация оборудования установки водоподготовки цеха по производству аммиака АМ-76 на ОАО «Череповецкий «Азот». Ввод в эксплуатацию установки осуществлён в 1985 году, проектная мощность 400 $м^3$ осветлённой речной воды в час.

Установка получения осветленной воды для водооборотных циклов выполнена по схеме известкования и коагуляции речной воды в осветлителях типа ВТИ-250 и осветления на механических фильтрах.

Источником водоснабжения является вода из реки Шексны.

Целью данной работы является подбор оптимальной технологии модернизации существующей станции подготовки воды химического производства отвечающей, современным требованиям по режиму водопотребления, качеству воды и уровню автоматизации технологического процесса.

Задачами данной работы являются:

- Анализ современных методов и способов водоподготовки из поверхностных водоисточников, сравнительная оценка эффективности и барьерных возможностей технологии;

- Выбор технологии на основе сравнительных характеристик современного оборудования;

- Опытно промышленные испытания, формирование технических и технологических решений, в соответствии с требованиями абонента потребителя воды;

- Разработка технических и технологических решений по водоподготовке для предприятия. Определение преимуществ по сравнению с существующим оборудованием;

- Разработка программы модернизации станции водоподготовки химического предприятия.

Предлагаемым решением является замена существующей установки осветления речной воды на блочно-модульную установку на основе ультрафильтрационных мембран производительностью 500 м3/час.

Ультрафильтрационные установки имеют ряд преимуществ перед стандартной схемой осветления воды, так как ультрафильтрация позволяет не применять громоздкие осветлители, снизить расходы реагентов, а качество обработанной воды по таким показателям как «взвешенные вещества», «мутность», «цветность» получить значительно лучше качества воды, обработанной существующими методами.

Компактность установки позволяет провести модернизацию практически без остановки существующего оборудования. В случае необходимости, на освободившихся площадях после демонтажа оборудования, возможно, установить дополнительные модули ультрафильтрации для увеличения производительности установки осветления воды в целом, без существенных капитальных затрат.

Метод ультрафильтрации относится к баромембранным методам водоподготовки.

Баромембранные методы водоподготовки

Подробнее остановимся на основных методах мембранной очистки воды (рис.1). Группа баромембранных методов включает в себя обратный осмос, микрофильтрацию, ультрафильтрацию и нанофильтрацию.

Обратный осмос (размеры пор 1–15 Å, рабочее давление 0,5–8,0 МПа) применяется для деминерализации воды, задерживает практически все ионы на 92–99%, а при двухступенчатой системе и до 99,9%.

Нанофильтрация (размеры пор 10–70 Å, рабочее давление 0,5–8,0 МПа) используется для отделения красителей, пестицидов, гербицидов, сахарозы, некоторых растворенных солей, органических веществ, вирусов и др.

Ультрафильтрация (размеры пор 30–1000 Å, рабочее давление 0,2–1,0 МПа) применяется для отделения некоторых коллоидов (кремния, например), вирусов (в том числе полиомиелита), угольной сажи, разделения на фракции молока и др.

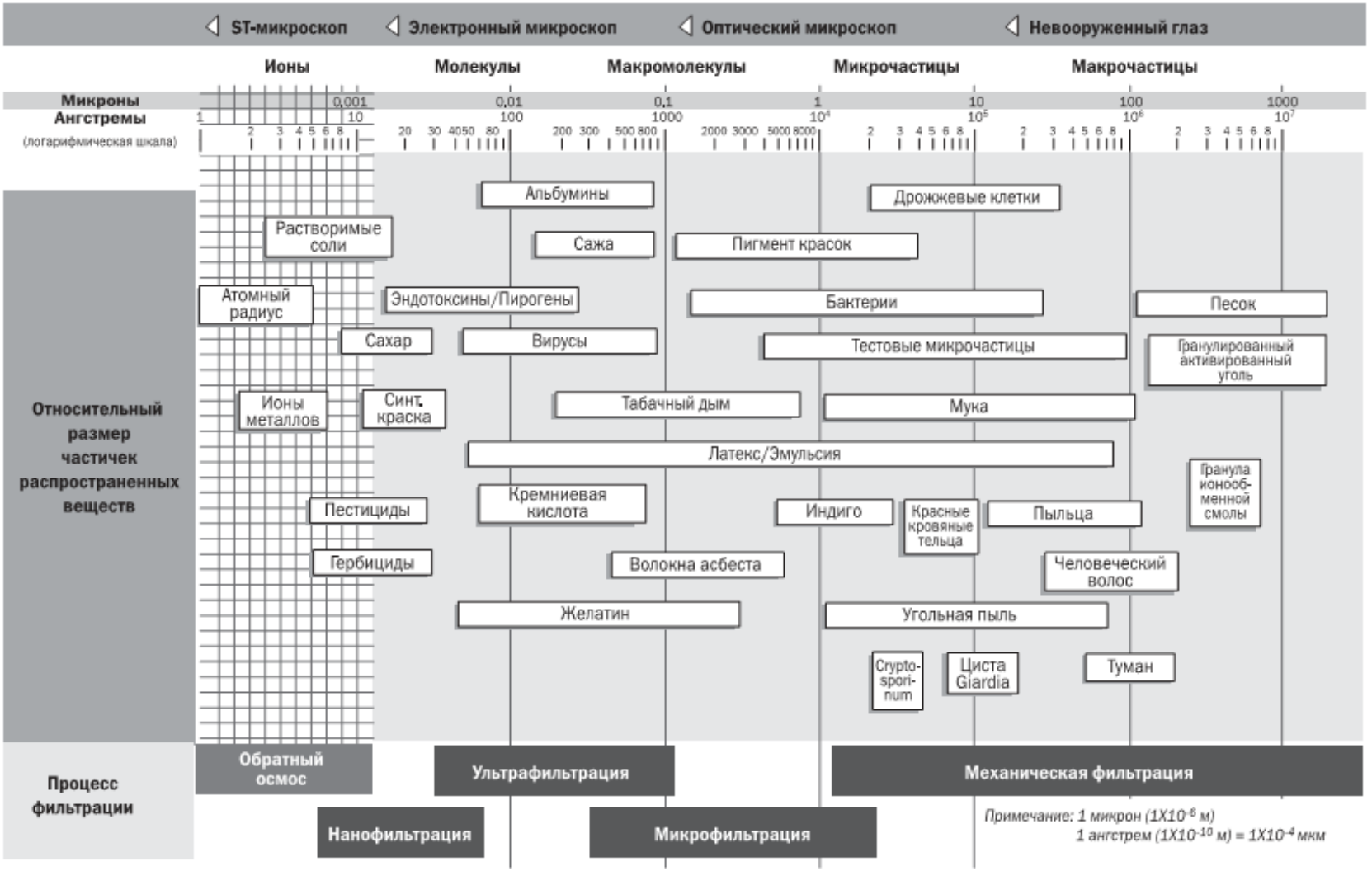


Рис. 1. Фильтрующая способность мембранных аппаратов.
По материалам компании «Осмоникс» (Osmonics Inc., США)

Микрофильтрация (размеры пор 500–20000 Å, рабочее давление от 0,01 до 0,2 МПа) используется для отделения некоторых вирусов и бактерий, тонкодисперсных пигментов, пыли активных углей, асбеста, красителей, разделения водо-масляных эмульсий и т.п. Чем крупнкее поры, образованные в мембране, тем понятнее процесс фильтрации через мембрану, тем больше он по физическому смыслу приближается к так называемому механическому фильтрованию[1].

Предлагаемая схема установки ультрафильтрации

Установка ультрафильтрации состоит из шести технологических блоков (из них один в резерве) на стадии ультрафильтрации, схем обратной промывки и химически усиленной промывки.

Для установки приняты модули AquaFlex™ HP (запатентованные модули X-Flow Ultrafiltration).

В группе изделий AquaFlex™ используется технология ультрафильтрации, когда мембранные модули расположены вертикально. Эта технология позволяет работать с исходной водой более низкого качества.

На рис. 2 приведена принципиальная схема исследуемой установки ультрафильтрации производительностью 500 $м^3$/час.

Вода проходит через мембраны под воздействием очень низкого «трансмембранного давления» (ТМД): перепада давления через весь слой мембраны. Волокна X-Flow имеют очень низкое сопротивление благодаря своей открытой опорной структуре, и внутренняя часть модуля минимизирует любой перепад давления в модуле. Для течения процесса требуется очень низкое давление, обычно в пределах от 0,1 до 0,8бар.

Дозирование коагулянта в исходную воду способствует эффективному снижению органических и железосодержащих соединений, позволяет укрупнить содержащиеся частицы коллоидных веществ, тем самым повысить эффективность процесса ультрафильтрационной очистки воды.

В процессе фильтрации задержанные твердые частицы образуют на мембране слой, который перекрывает проходное сечение пор мембраны, увеличивая этим ТМД (при непрерывном потоке). Эти твердые частицы необходимо периодически удалять.

Удаление твердых частиц осуществляется путем обратной промывки. Обратная промывка осуществляется изменением направления движения потока через мембранный модуль на противоположное с использованием фильтрата, полученного с модуля. Обратная промывка проводится без химреагентов. Твердые частицы вымываются в стоки, и весь процесс повторяется, при этом предотвращается чрезмерное скопление твердых частиц на и около мембранной поверхности.

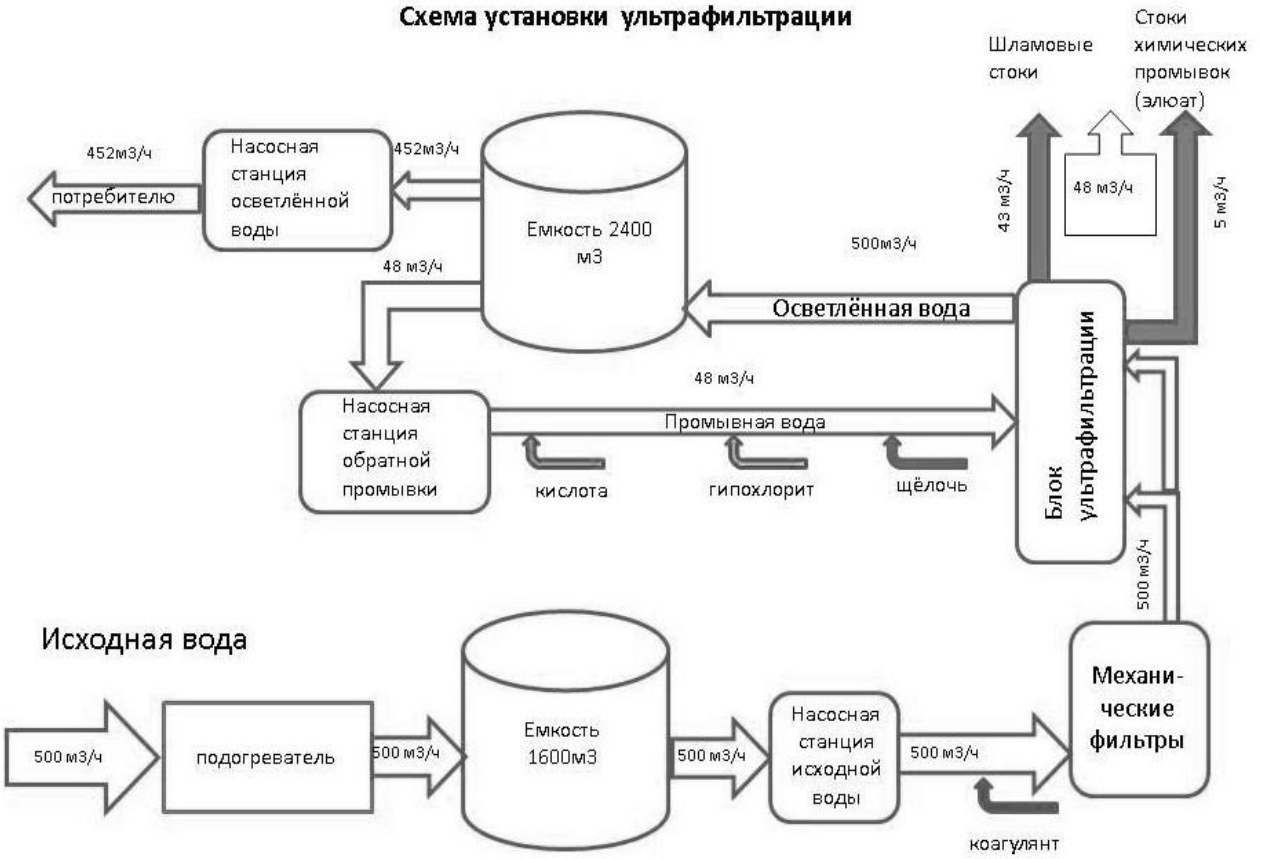


Рис. 2. Схема установки ультрафильтрации

В то время как с помощью обратной промывки можно удалять из системы большинство твердых частиц, то любые адсорбируемые частицы (часто органического или микробного происхождения) приходится удалять с помощью добавления в промывочную воду химреагентов. Эти вещества удаляются проводимой на месте обратной промывкой с химреагентами – химически усиленной промывкой. В процессе химически усиленной промывки небольшое количество химреагентов добавляется в промывочную воду. После короткого периода замачивания (обычно 10 минут), химреагенты вымываются из установки, тем самым мембрана приводится в свое исходное чистое состояние [2].

Результаты опытно-промышленных испытаний

Результаты опытно-промышленных испытаний установки ультрафильтрации приведены в таблице.

Как видно из таблицы, установка полностью удаляет взвешенные вещества, достаточно эффективно снижает концентрацию железа и перманганатную окисляемость. Массовая концентрация хлоридов возрастает за счёт применения коагулянта полигидрохлорида алюминия в массовой доле Al2O3 18 ±0,5%

Таблица

Эффективность работы установки ультрафильтрации

Наименование показателя	Исходная вода, норма	Исходная вода, факт	Осветлённая вода, норма	Осветлённая вода, факт
1. Мутность, мг/дм^3	10,0	5,2	Отсутствие	Отсутствие
2. Массовая концентрация взвешенных веществ, мг/дм^3	20	2,8	Отсутствие	Отсутствие
3. Перманганатная окисляемость, мгO_2/дм^3	не более 15	10,3	не более 8,0	6,3
4. Массовая концентрация железа, мг/дм^3	3	1,62	0,5	0,15
5. Щелочность, ммоль/дм^3,	не более 1,5	1,5	не более 1,5	1,1
6. Водородный показатель (pH), ед.pH	6,5÷8.5	7,22	6,0-8,0	6,8
7. Массовая концентрация хлоридов, мг/дм^3,	не более 8	3,8	не более 23,0	14
8. Массовая концентрация сухого остатка, мг/дм^3	не более 200	165	не более 250,0	173

Выводы

Рассмотрев различные технологии очистки воды была выбрана технология ультрафильтрации, так как она наиболее отвечает требованиям предъявляемым к качеству воды, барьерным возможностям, а также характеризуется достаточно гибким изменением нагрузок, по сравнению с существующей схемой на основе осветлителей типа ВТИ-250.

Положительные результаты опытно-промышленных испытаний установки показали эффективность разработанных технических и технологических решений для замены устаревшего оборудования на более современное, отвечающее возросшим требованиям к качеству воды на современных предприятиях.

Литература

1. Водоподготовка: справочник /Под ред. д.т.н., действительного члена Академии промышленной экологии С.Е. Беликова.- М.: Аква-Терм, 2007.

2. Временный технологический регламент установки предочистки речной и сточной воды в корпусе 345/1 цеха по производству аммиака №2.- Череповец, 2012.

ПЕРЕРАБОТКА ОЧИЩЕННОГО СТОКА В ПРОИЗВОДСТВЕ АККУМУЛЯТОРНОЙ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ

М.В. Девочкин
Научный руководитель ***Е.А. Лебедева****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Серная кислота без преувеличения является одним из наиболее важных продуктов, применяемых в различных отраслях промышленности. За последние несколько десятилетий заметен существенный рост объемов производства серной кислоты как в России, так и за рубежом [1]. Большая часть объемов серной кислоты производится в химической промышленности. Основными продуцентами серной кислоты в химическом секторе являются производители фосфорных удобрений. Как правило, вся серная кислота выпускается в виде технических сортов ГОСТ 2184-77 [2] и идет на внутреннее потребление предприятия. Часто на тех же производственных мощностях вместе с техническими сортами также выпускается аккумуляторная серная кислота ГОСТ 667-73 [3], отличающаяся более высоким качеством. Сернокислотные цеха производителей фосфорных удобрений в основном представлены технологическими установками получения серной кислоты из жидкой серы методом ДК-ДА (двойное контактирование – двойная абсорбция).

Обычно для производства аккумуляторной серной кислоты применяется вода необоснованно высокого качества: промышленный конденсат или деминерализованная вода. Наиболее перспективным направлением является поиск альтернативных источников технического водоснабжения для производства аккумуляторной серной кислоты. Еще в 1977 году Проскуряков В.А. и Шмидт Л.И. в своих трудах [4] указывали на возможность того, что при производстве фосфорных удобрений значительное количество сточных вод может быть употреблено повторно для разбавления серной кислоты. На данный момент отсутствуют какие-либо данные о результатах применения очищенного стока в производстве серной кислоты.

Ниже на основании подходов подробно описанных в [5] представлены расчеты по возможности использования очищенного стока химического предприятия в производстве аккумуляторной серной. Расчет требований к очищенному стоку, идущему на производство аккумуляторной серной кислоты ГОСТ 667-73, произведен по следующей формуле:

$$C_{прим} = \frac{\omega_{прим}\,\rho_{ст}\,M(H_2SO_4)\cdot k}{M(H_2O)\cdot\omega(H_2SO_4)+M(H_2SO_4)\cdot 100\%-M(H_2SO_4)\cdot\omega(H_2SO_4)}$$

где $C_{прим}$ – концентрация примеси в очищенном стоке, г/дм^3;

$\rho_{ст}$ – плотность очищенного стока, г/дм^3;

$\omega_{прим}$ – массовая доля примесей в серной кислоте (по требованиям ГОСТ 2184-77), %;

$\omega(H_2SO_4)$ – массовая доля серной кислоты в растворе продукционной кислоты, %;

$M(H_2SO_4)$ – молярная масса серной кислоты, г/моль;

$M(H_2O)$ – молярная масса воды, г/моль;

k – поправочный коэффициент, учитывающий поступление влаги вместе с атмосферным воздухом (для схем производства серной кислоты методом ДК-ДА из жидкой серы составляет ~1,15).

Таблица 1

Расчетные требования к очищенному стоку предприятия

Наименование показателя	Единица измерения	Марка серной кислоты	
		ГОСТ 667-73	
		Высший сорт	1 сорт
Железо	мг/дм^3	не более (н.б.) 235	н.б. 469
Марганец (Mn^{2+})	мг/дм^3	н.б. 2,348	н.б. 4,696
Медь (Cu^{2+})	мг/дм^3	н.б. 23,5	н.б. 23,5
Мышьяк	мг/дм3	н.б. 2,348	н.б. 3,757
Натрий	мг/дм^3	304	456
Окисляемость перманганатная	мгO_2/дм^3	н.б. 11,5	н.б. 17,8
Тяжелые мет. в пересч. на Pb	мг/дм^3	н.б. 469	н.б. 469
Сухой остаток	мг/дм^3	н.б. 940	н.б. 1409

Следует отметить, что состав сухого остатка после прокаливания серной кислоты и состав сухого остатка после выпаривания пробы воды (очищенного стока) будет количественно и качественно отличаться. Численное значение по максимально допустимому содержанию сухого остатка воды будет несколько больше, чем максимально допустимое значение сухого остатка после прокаливания пробы кислоты. В процессе абсорбции триоксида серы и разбавления серной кислоты водой, из очищенного стока удаляется ион Ca^{2+}, а хлорид-ион замещается на сульфат-ион с последующим выходом из системы в составе хлороводорода:

$$Ca^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow CaSO_4 \downarrow$$

$$Cl^- + H^+ \rightarrow HCl \uparrow$$

Также из очищенного стока удаляются все карбонат-, гидрокарбонат-, сульфид-ионы, если они изначально присутствуют. В производственных сточных водах, как правило, эти анионы уже отсутствуют. Учитывая вышеперечисленные факты и то, что в очищенном стоке предприятия, как правило, преобладают катионы натрия, предполагается, что в основном сухой остаток после прокаливания пробы серной кислоты будет состоять из сульфата натрия и незначительного количества сульфатов других металлов, присутствующих в растворе продукционной серной кислоты. На основании этого показатель содержания ионов натрия в очищенном стоке будет более подходящим и информативным, чем показатель содержания сухого остатка после выпаривания.

Таблица 2

Характеристика очищенного стока предприятия и поверхностного источника технического водоснабжения по данным 2012 г.

Наименование показателя	Единица измерения	Очищенный сток предприятия			Вода поверхностного источника водоснабжения		
		Минимум	Максимум	Среднее	Минимум	Максимум	Среднее
Железо	мг/дм^3	0,015	0,47	0,09	0,35	1,97	0,99
Марганец (Mn^{2+})	мг/дм^3	0,016	0,19	0,062	0,066	0,089	0,079
Медь (Cu^{2+})	мг/дм^3	0,0007	0,0046	0,0023	0,0005	0,0013	0,0008
Мышьяк	мг/дм^3	0,0002	0,0022	0,001	0,0005	0,0005	0,0005
Натрий	мг/дм^3	163	249	199	нет данных (н.д.)	н.д.	н.д.
Окисляемость перманганатная	мгO_2/дм^3	н.д.	н.д.	н.д.	7,9	42	23
Свинец	мг/дм^3	0,0004	0,0012	0,0008	0,00025	0,001	0,0007
ХПК	мгO_2/дм^3	26	50	39	н.д.	н.д.	н.д.

Сравнивая значения таблиц 1 и 2 видим, что для практического использования очищенного стока предприятия в производстве аккумуляторной серной кислоты высшего и 1 сортов ГОСТ 667-73 требуется его дальнейшая доочистка по показателю перманганатной окисляемости. Известно, что перманганатная окисляемость является количественным показателем содержания в воде легкоокисляемых органических соединений. Сточные воды большинства

предприятий - производителей фосфорных удобрений содержат органические вещества природного происхождения, поступающие из источников поверхностного водоснабжения. Данные примеси не подвергаются деструкции в большинстве технологических операций с применением технической воды. К таким примесям можно отнести гуминовые и фульвокислоты, а также их соли. При попадании солей гуминовых и фульвокислот в растворы серной кислоты гуминовые кислоты выпадают в осадок, а фульвокислоты остаются в растворе [6].

В настоящее время для снижения содержания в воде органических веществ природного происхождения применяются различные методы обработки: коагуляция, озонирование, ультрафильтрация, сорбция и др. К недостаткам коагуляционной очистки можно отнести необходимость постоянного применения дорогостоящих реагентов и использование громоздкого оборудования. Метод очистки воды озоном отличается сравнительно высокими энергозатратами. По данным [7] на практике при озонировании используются генераторы, вырабатывающие озон в количестве 12-20 г на 1 $м^3$ воздуха, при этом потребление энергии составляет соответственно 13-18 кВт·ч на 1 кг озона. При всех достоинствах ультрафильтрационной очистки воды (компактности установок, эффективности удаления органических веществ), также имеются и недостатки – небольшая производительность, сложность регенерации, большие объемы промывных вод [8].

Наиболее подходящим способом локальной доочистки очищенного стока предприятия является сорбция. В работах [9, 10] описаны примеры успешного удаления гумусовых веществ посредством сорбции на анионитах. По данным [11] для удаления органических примесей на практике применяют два вида анионообменных смол: гидроксидную форму – для удаления кислот и одновременного обесцвечивания органических продуктов; Cl-форму – в качестве поглотителя гуминовых и фульвокислот из артезианских и поверхностных вод. В исследованиях [10, 12] показана эффективность применения активированных углей различных марок для очистки воды от гуминовых веществ.

Сорбционные методы отличаются сравнительной простотой аппаратурного оформления и экономичностью. К недостаткам можно отнести необходимость регенерации сорбента, при этом после каждой регенерации наблюдается снижение сорбционной ёмкости. При схожей эффективности очистки воды от гумусовых веществ сорбцией на анионитах и на активированных углях, последние наиболее предпочтительны. Регенерация активированного угля может быть проведена слабощелочным раствором Na_2CO_3, который в последствии может быть переработан в производстве серной кислоты более низких сортов ГОСТ 2184-77.

Рис. Принципиальная схема очистки сточных вод предприятия до требований к технической воде для производства аккумуляторной серной кислоты ГОСТ 667-73

На рисунке показана упрощенная схема очистки сточных вод предприятия – производителя фосфорных удобрений до необходимых требований к технической воде для производства аккумуляторной серной кислоты ГОСТ 667-73. На общезаводских очистных сооружениях сточные воды подвергаются предварительной механической очистке. Доочистка происходит на локальной сорбционной установке.

Выводы

Расчеты показали, что очищенный сток после дополнительной сорбционной доочистки может быть использован для получения аккумуляторной серной кислоты ГОСТ 667-73. В качестве сорбента наиболее предпочтительно использовать активированные угли по причине высокой эффективности очистки, простоты аппаратурного оформления и возможности переработки регенерационных растворов в производстве серной кислоты более низких сортов. Экономический эффект от данных мероприятий будет достигнут за счет предотвращенного экологического ущерба и снижения потребления воды из поверхностного источника водоснабжения.

Литература

1. Серная кислота на мировом и Российском рынке неорганических химикатов // Химический комплекс России.- 2008. -№9.- С. 15-19.

2. ГОСТ 2184-77. Кислота серная техническая. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2008.

3. ГОСТ 667-73. Кислота серная аккумуляторная. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2005.

4. Проскуряков В.А., Шмидт Л.И. Очистка сточных вод в химической промышленности. – Л., Химия, 1977. – 464 с.

5. Девочкин М.В. Математический подход к разработке требований к технической воде сернокислотных производств //Альманах современной науки и образования.- 2013.- №9.- С. 52-54.

6. Орлов Д.С. Гуминовые вещества в биосфере // Соросовский образовательный журнал.- 1997.- №2.- С. 56 - 63.

7. Орлов В.А. Озонирование воды. – М., Стройиздат, 1984. – 88 с.

8. Сколубович А.Ю., Войтов Е.Л., Сколубович Ю.Л. Очистка маломутных высокоцветных природных вод // Известия высших учебных заведений. Строительство.- 2008.- № 6.- С. 126-130.

9. Славинская Г.В., Бычковская Г.И. Малоотходная технология очистки природных вод от гуминовых веществ // Сорбционные и хроматографические процессы.- 2007.- Т.7.- Вып.6.- С. 996-1000.

10. Савчина Л.А. Адсорбція гумусових сполук на сорбентах різної хімічної природи**:** автореф. дис. … канд. хіміч. наук.- Київ, 2002.

11. Бондаренко В.И. Удаление органических веществ из природных вод ионным обменом (опыт практического внедрения) // Водоснабжение и санитарная техника.- 2006.- №12.- С. 17-23.

12. Веприкова Е. В. , Щипко М. Л. , Рудковский А. В. Комплексная схема очистки воды от гуминовых веществ на предприятиях теплоэнергетики // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение.- 2009.- № 4.- С. 14-19.

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ДООЧИСТКИ ВЫСОКОКОНЦЕНТРИРОВАННЫХ СТОЧНЫХ ВОД ОТ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

С.Г. Иванова

Научный руководитель ***Е.А. Фокичева****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Интенсивное развитие промышленности, улучшение степени благоустроенности городов и поселков и их быстрый рост привели к тому, что снижается качество воды в водных объектах (реках, озерах, водохранилищах и др.), несмотря на повышение качества очистки воды, в том числе и от биогенных элементов (в основном соединений азота и фосфора). Фосфор и азот – важнейшие биогенные элементы, чаще всего лимитирующие 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 ма-

лопроточных водоемов). Происходит так называемое эвтрофирование (изменение трофического статуса водоема), сопровождающееся перестройкой всего водного сообщества и ведущее к преобладанию гнилостных процессов.

Высокий уровень загрязнения водоемов биогенными элементами не позволяет рассчитывать на процесс самоочищения, поэтому при утверждении проектов вновь строящихся очистных сооружений и на действующих станциях очистки к сбрасываемым сточным водам предъявляются повышенные требования.

Высококонцентрированные сточные воды, образующиеся на животноводческих комплексах, имеют свои особенности, вследствие чего требуют применения специальных методов очистки [1]. Анализ состояния экологической обстановки в зоне действия животноводческих комплексов показал, что вследствие плохой эксплуатации систем навозоудаления, бессистемного внесения жидких органических удобрений в очень высоких дозах и отсутствия систематического контроля за состоянием окружающей среды усиливается загрязнение грунтовых и поверхностных вод нитратами и фосфатами. Накопление большого количества животноводческих стоков значительно ухудшает экологическую обстановку в расположенных рядом населенных пунктах, загрязняет водные источники и земельные участки. Однако после проведения дополнительной обработки животноводческие стоки могут использоваться в качестве ценных органических удобрений для повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

В настоящее время при утилизации высококонцентрированных стоков животноводческих комплексов используют следующие основные методы.

1. Метод разделения стоков, основанный на том, что в связи с большой концентрацией загрязнений одной из основных операций является разделение стоков на твердую и жидкую фракции с целью использования продуктов разделения в качестве удобрений [2]. В соответствии с нормативными требованиями влажность твердой фракции после разделения стоков должна быть не выше 70-72 % для обеспечения оптимальных условий его дальнейшей биотермической обработки. Жидкая фракция, в которой концентрация взвешенных веществ должна быть минимальной, используется чаще всего для орошения или сбрасывается в водоем после соответствующей биохимической очистки. Продукты разделения с требуемыми характеристиками получают путем многоступенчатой обработки (не менее двух ступеней) в осадительных и фильтровальных устройствах.

2. Методы биологической очистки.

2.1. Аэробные. Аэробная очистка сточных вод представляет индустриализованный вариант самоочищения воды. Эта очистка необходима для получения воды, удовлетворяющей экологическим требованиям для сброса ее в

водоемы. Метод, изложенный в [3], заключается в перемешивании сточных вод с подачей воздуха, что обеспечивает развитие аэробных бактерий, окисляющих органической вещество до углекислоты и образующих биомассу (активный ил) в количестве приблизительно 70% от окисленного органического вещества.

2.2. Аэробно-анаэробный, включающий анаэробную и аэробную минерализацию и отстаивание. После отделения грубодисперсных примесей сточные воды проходят предварительную очистку в аэротенке, там же смонтирован метантенк, сбраживающий активный ил после предварительной и двухступенчатой аэробной очистки. При этом температурный режим в метантенке поддерживается за счет тепла аэротенка предварительной очистки.

2.3. Использование гидрокультур высших водных растений. Авторами [4] предлагается способ биологической очистки сточных вод животноводческих комплексов. Целью данного способа является ускорение процесса очистки путем контакта сточных вод с гидрокультурой высших водных растений Fista stratiotes L. При очистке сточных вод свинокомплекса в лотковые установки вносят биомассу гидрокультуры в сточную воду из общего коллектора. Очистка продолжается 9 дней. Биомасса за этот период увеличивается почти в 2,3 раза, численность сапрофитных форм микроорганизмов снижается в 86 раз, численность кишечных групп бактерий уменьшается в 4687 раз, значительно улучшаются физико-химические показатели качества сточных вод.

3. Реагентные методы. Наиболее рациональным методом очистки высококонцентрированных сточных вод, например от животноводческих ферм, предприятий пищевой промышленности и др., в составе которых могут находиться жиры, протеины, углеводороды и взвешенные вещества в высоких концентрациях, является метод коагуляции и флокуляции. Помимо использования в качестве реагентов сульфатов и хлоридов алюминия, железа и других распространенных коагулянтов, применяются фирменные препараты, в состав которых входят, в частности, органические полимерные соединения с молекулярным весом более чем 1000000. Последние дозируются в реактор, снабженный механической мешалкой, при времени пребывания 5-10 мин. Эффективность удаления ХПК при исходных значениях до 5000 мг/л составляет около 98%.

4. Комбинированный метод, основанный на комбинированной технологии физико-химической и биологической очистки сточных вод животноводческих комплексов с предварительным переводом фосфора и аммонийного азота в трудно растворимый ортофосфат магния-аммония и последующей двухступенчатой биологической очисткой сточных вод в аэротенках со струйной аэрацией и реагентной доочисткой. Высокая степень очистки позволяет осуществлять сброс сточных вод в естественные водоемы или использовать их в оборотной системе технического водоснабжения комплексов. Образующийся

осадок с высоким содержанием биогенных элементов может быть утилизирован как органоминеральное удобрение.

В качестве объекта исследований выбрана птицефабрика, находящаяся в Череповецком районе Вологодской области.

Технологическая схема очистки сточных вод птицефабрики состоит из двух блоков.

Первый блок производительностью 400 м^3/сут.

Производственные сточные воды с территории птицефабрики после камеры гашения проходят через горизонтальную песколовку, где происходит задержание крупных минеральных примесей. После песколовки стоки поступают в первичные двухъярусные отстойники. Сброс осадки из них осуществляется на иловые площадки. Вода после отстаивания подается на биофильтры с гравийной загрузкой и естественной вентиляцией. После биологической очистки на биофильтрах вода подается во вторичный отстойник, где происходит отделение выносимой из биофильтров биопленки от очищенной воды.

Очищенные сточные воды после вторичного отстойника обеззараживаются раствором хлорной извести, и после смешивания с очищенными стоками второго блока сбрасываются в ручей.

Второй блок производительностью 700 м ^{3}/сут.

Хозяйственно-бытовые сточные воды поступают в приемную камеру, откуда подаются на биологическую очистку в аэротенки. Аэротенки объединены в единый блок со вторичными отстойниками и минерализаторами. После очистки в аэротенках стоки отстаиваются во вторичных отстойниках. Избыточный активный ил после стабилизации в минерализаторах поступает на иловые площадки.

Отстоянная вода, предварительно смешиваясь с потоком очищенной воды с первого блока очистки сбрасывается в ручей, впадающий в р.Кошта.

В таблице приводятся данные по сбросу загрязняющих веществ со сточными водами птицефабрики в водный объект (р. Кошта).

Таким образом, на основании данных технологического контроля, приведенных в таблице, можно сделать вывод о значительной степени превышения допустимых концентраций по взвешенным веществам и фосфатам. В целях уменьшения содержания в очищенных сточных водах соединений фосфора и взвешенных веществ автор предлагает применить реагентный метод очистки с использованием сульфата железа $FeSO_4 \cdot 7H_2O$. Сульфат железа является отходом производства некоторых предприятий Вологодской области (побочный продукт, образующийся при травлении разбавленной H_2SO_4 железных листов, проволоки и др.), что позволит значительно сократить себестоимость коагулянта и транспортные расходы.

Таблица

Показатели состава сточных вод птицефабрики

Показатели состава сточных вод	Фактическая концентрация	Фактический сброс		Допустимая концентрация	Утвержденный норматив допустимого сброса	
	г/м^3	г/час	т/год	г/м^3	г/час	т/год
Азот аммонийный	14,657	555,911	4,870	8,000	303,424	2,658
Азот нитритный	0,210	7,965	0,070	0,210	7,965	0,070
Азот нитратный	1,445	54,806	0,480	9,100	345,145	3,023
БПК полн	26,474	1004,106	8,796	15,000	568,920	4,984
Взвешенные вещ-ва	27,502	1043,096	9,138	15,000	568,920	4,984
Нефть и нефтепродукты	0,180	6,827	0,060	0,180	6,827	0,060
Сульфаты	72,969	2767,568	24,244	100,000	3792,80	33,225
СПАВ	0,420	15,930	0,140	0,420	15,930	0,140
Формальдегид	1,043	39,559	0,347	0,100	3,793	0,033
Фосфаты	1,924	72,973	0,639	0,600	22,757	0,199
Хлориды	42,432	1609,361	14,098	300,000	11378,400	99,675

Литература

1. Алексеев, М.И., Фокичева Е.А. Удаление биогенных элементов из сточных вод животноводческих комплексов в целях предотвращения эвтрофирования водных объектов [Текст] / М.И. Алексеев, Е.А.Фокичева //Вестник гражданских инженеров . - 2013.- № 1(36).- С. 117-123.

2. Скирдов, И.В. Оборудование для разделения животноводческих стоков [Текст] / И.В. Скирдов, Б.М. Гришин, Н.А Маньжов //Водоснабжение и санитарная техника. - 1994.- № 10.- С. 28-31.

3. Ковалев, А.А. Биогазовые станции для переработки сельскохозяйственных животноводческих отходов [Текст] / А.А. Ковалев, А.Н. Ножевникова // Науч. тр. ВНИИ электриф. с/х ВИЭСХ. - 2000. - с.165-172.

4. Музафаров, А.М. Способ биологической очистки сточных вод животноводческих комплексов [Текст] / А.М. Музафаров, Р.Ш. Шоякубов, И.И. Юнусов, А.А. Абдуллаев, Д.К. Кутлиев // Науч. тр. ВНИИ электриф. с/х. - 2000. – С. 170-172.

ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ КАНАЛИЗАЦИИ МАЛЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

А.А. Кулаков
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Большинство объектов ЖКХ малых населенных пунктов, среди которых очистные сооружения канализации (ОСК), введены в эксплуатацию в 70-80 гг. прошлого века. Они проектировались на основе достижений техники и учитывали принципы нормирования тех времен. Построенные на перспективу развития села сооружения обладали запасом мощностей. За последние 20 лет произошли события, повлекшие за собой упадок всего коммунального хозяйства малых поселений. Высокая урбанизация привела к масштабным недогрузкам сооружений и попросту их нерентабельности (загруженность сооружений порой достигает всего 5 % от проектных мощностей). Годы перестройки и «реабилитации экономики страны» отодвинули на последние места в списке приоритетов вопросы реконструкции сооружений, при этом требования к сбросу сточных вод в водные объекты значительно ужесточились. Существующая природоохранная политика не способствует развитию малых систем ЖКХ, оставленных наедине со своими проблемами. В итоге на большинстве станций мы имеем устрашающую картину: оборудование и здания находятся в аварийном состоянии, количество профильных специалистов в сельских водоканалах стремится к нулю, а обслуживающие организации в основном за редкими исключениями занимаются лишь эксплуатацией, текущим ремонтом, устранением неисправностей, а не работой на перспективу. При всём этом контролирующие организации штрафуют и требуют от объектов ЖКХ сельской местности обеспечения очистки стоков на уровне ПДК водных объектов рыбохозяйственной категории, что не всегда достигается на самых передовых станциях мира.

Такое положение вещей не может способствовать политике реформирования и развития ЖКХ РФ, а лишь приводит к постепенному разрушению социально важной отрасли на селе.

Целью данных исследований является оценка состояния ОСК малых населенных пунктов Вологодской области, выявление проблем и перспектив их развития.

Проведенные ранее исследования были направлены на оценку содержания загрязняющих веществ в очищенных сточных водах с учетом фактического водоотведения ($Q_{факт}$) и проектной производительности ($Q_{проект}$) сооружений. Выявлена сложность обеспечения современных природоохранных нор-

мативов (норматив допустимого сброса равный ПДК водных объектов рыбохозяйственной категории) на ОСК малых населенных пунктов [1]. Наибольшая частота ($W_{прев}$) и кратность превышения ПДК ($К_{прев}$) отмечены по фосфору фосфатов ($W_{прев}$=97%, $К_{прев}$=18), азоту аммонийному ($W_{прев}$=95%, $К_{прев}$=21,7) и азоту нитритному ($W_{прев}$=79%, $К_{прев}$=7,6). Это свидетельствует о наименьшей вероятности достижения установленных природоохранных нормативов по данным показателям. По взвешенным веществам, биохимической потребности в кислороде и азоту нитратному достижение требований возможно в большинстве случаев при надлежащем технологическом контроле работы ОСК. Среди выбранных диапазонов фактического водоотведения наибольшее удельное превышение ПДК наблюдается на станциях с $Q_{факт}$=50...200 м^3/сут. При этом диапазон изменчивости значений концентраций загрязняющих веществ для этих станций значительно шире, чем для станций с $Q_{факт}$>500 м^3/сут, что говорит об индивидуальных особенностях и различных режимах эксплуатации схожих по технологии объектов (на всех станциях запроектирована биологическая очистка).

Обладая специфическими особенностями, малые коммунальные ОСК требуют специфических подходов к повышению эффективности и надежности своей работы. Рассмотрим три типовые станции очистки сточных вод, свойственные им сложности эксплуатации и пути их решения (таблица).

Проведенные исследования позволили сформулировать эксплуатационные сложности, характерные для сооружений в малых населенных пунктах:

1. Технологические:
   - высокая изменчивость состава и объема поступающих стоков;
   - нестабильность технологических параметров работы сооружений и отсутствие возможности ими управлять.
2. Организационные:
   - низкий уровень технической и лабораторной оснащенности станций;
   - отсутствие непрерывного надлежащего технологического контроля;
   - пространственная удаленность объектов, отсутствие надлежащей транспортной сети.
3. Экономические:
   - высокие удельные эксплуатационные затраты (себестоимость очистки сточных вод), невозможность окупаемости за счет тарифов;
   - большие удельные капитальные затраты на реконструкцию сооружений, которые не окупаются ввиду отсутствия прибыли.

Таблица

Типовые станции очистки сточных вод

Станция	Технологическая схема	Сложности	Пути решения
п. Шексна, Запуск в эксплуатацию: 1974 г. (I очередь), 1980 г. (II очередь) $Q_{проект}$ = 7000 м^3/сут $Q_{факт} \approx$ 6000…7000 м^3/сут	Решетка (насосная станция) – Песколовка с круговым движением воды – Перв. верт. отстойник – **Аэротенк** – Втор. верт. отстойник – Контактный резервуар; Аэробный минерализатор – Пресс фильтр (иловые площадки)	- Поступление промышленных стоков - Периодическая гидравлическая перегрузка сооружений - Высокая техногенная нагрузка на водный объект	- Обеспечение очистки промстоков на локальных ОСК - Устройство усреднителя - Внедрение технологии глубокого изъятия биогенных веществ
п. Вохтога, Запуск в эксплуатацию: 1973 г. $Q_{проект}$ = 2300 м^3/сут $Q_{факт} \approx$ 600…700 м^3/сут	Решетка - Песколовка с круг. движением – Двухъярусный отстойник – **Биофильтр** – Втор. верт. отстойник; Иловые площадки	- Непостоянная подача сточных вод на очистку - Гидравлическая недогрузка сооружений - Не режимное функционирование сооружений	- Устройство усреднителя на территории ОСК - Отключение излишних объемов - Корректировка режимов эксплуатации
СП Чуровское, Запуск в эксплуатацию: 1992 г. $Q_{проект}$ = 225 м^3/сут $Q_{факт} \approx$ 150…200 м^3/сут	**Компактная установка** (аэротенк-отстойник в блоке) – Биопруд доочистки; Иловые площадки	- Неравномерность поступления по объему и загрязнениям - Гидравлическая недогрузка сооружений - Отсутствие постоянного технологического контроля	- Устройство усреднителя на территории ОСК - Отключение излишних объемов - Корректировка режимов эксплуатации - Автоматизация процесса очистки

Возможными направлениями повышения технологической и экономической эффективности работы коммунальных ОСК малых населенных пунктов могут являться:

1. Отключение из работы избыточных объемов с учетом гидравлической нагрузки на сооружения.
2. Устройство усреднителей для поступающего стока и организация предварительной механической очистки от крупного мусора.

3. Замена узлов и сетей, требующих частого ремонта, для сокращения эксплуатационных затрат.
4. Оптимизация расхода воздуха для аэрации.
5. Поиск и внедрение технологий глубокой очистки, не требующих четкого разделения кислородных зон.
6. Поиск и внедрение альтернативных энергоемких, не требующих жесткого технологического контроля технологических решений.
7. Объединение близ расположенных станций (при технико-экономическом обосновании).
8. Обслуживание соседних станций одним оператором (при технико-экономическом обосновании).
9. Государственное субсидирование малых коммунальных ОСК.

Выводы

Индивидуальность малых объектов ЖКХ делает необходимым разработку подхода к их эксплуатации и модернизации, учитывающего технические, технологические, экологические, экономические и организационно-хозяйственные факторы. Их текущее состояние и предъявляемые нормативы ставят задачу повышения эффективности очистки сточных вод и надежности работы сооружений. Решение задачи возможно при объединении усилий всех заинтересованных сторон: органов власти, науки, эксплуатирующих организаций. При этом без формирования и утверждения на государственном уровне особого подхода к нормированию для данного пласта социально важных объектов невозможно их эффективное развитие.

Литература

1. Кулаков, А.А. Экологическая оценка комплекса «водный объект – выпуск очищенных сточных вод» / А.А. Кулаков // Водоснабжение и санитарная техника. – М.: ООО «Издательство ВСТ». – 2013. – № 5. – С.25-30.

МОНИТОРИНГ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ, ПОДВЕРЖЕННЫХ ВЛИЯНИЮ КОВДОРСКОГО ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА

Н.А. Павлова
Научный руководитель ***А.И. Фоменко****, д-р техн. наук, профессор*
Череповецкий государственный университет
г. Череповец

Ковдорский горно-обогатительный комбинат (ГОК) является одним из крупнейших горно-обогатительных комбинатов Кольского полуострова. Минерально-сырьевая база Ковдорского ГОК представлена, в основном, железными и апатитовыми рудами, предназначенными для производства железорудного, апатитового и бадделеитового концентратов. Освоение и эксплуатация месторождений Ковдорского массива и производство концентратов оказывают значительное техногенное воздействие на природную среду района. На территории промышленной зоны Ковдорского массива размещены - карьеры, отвалы пустых пород, склады добытых руд, обогатительные фабрики, хвостохранилища, автотранспортное предприятие, ТЭЦ и другие производственные объекты. Характерной особенностью Ковдорского ГОК является расположение промышленной площадки комбината на территории водосбора оз. Ковдор и р. Ковдоры, относящихся к водным объектам рыбохозяйственного назначения. Озеро Ковдор, являющееся озеровидным расширением р. Ковдоры, разделяет ее на два участка - Верхняя Ковдора и Нижняя Ковдора, расположенных соответственно выше и ниже озера. Озеро разделено на две части, примерно равных по площади, дамбой с водорегулирующей трубой. Верхняя часть озера перед дамбой превращена в отстойник. В эту часть озера через выпуски сбрасываются загрязненные воды из карьера и промплощадки. Река Верхняя Ковдора отведена по бетонному лотку и тоннелю на 1 км севернее прежнего естественного русла в обход карьера и промплощадки. В этот участок реки Верхняя Ковдора отводятся неагрязненные подземные воды из водопонижающих скважин. Воды р. Верхняя Ковдора поступают по бетонному лотку и тоннелю в нижнюю часть оз. Ковдор, расположенного за дамбой. В этой части озера воды р. Верхняя Ковдора смешиваются с загрязненными водами, поступающими по водорегулирующей трубе и путем инфильтрации через грунтовую дамбу из верхней части озера. Разгрузка сформировавшегося техногенного водного потока происходит в р. Нижняя Ковдора. В р. Нижняя Ковдора, кроме смешанных вод из нижней части оз. Ковдор, поступают воды р. Можель и ручья Отвальный. В долинах р. Можель и ручья Отвальный сформированы хвостохранилища. В составе очистных сооружений хвостохра-

нилища два поля и пруд-отстойник. Хвостохранилище и пруд-отстойник принимают, кроме оборотных вод, склоновый и боковой поверхностные стоки с прилегающей территории, пропускают транзитом поверхностный и грунтовый сток р. Можель.

Комплексный мониторинг качества поверхностных вод Ковдорского района, включающий исследования гидрохимического состава водных объектов и химического состава донных отложений, впервые выполнен в 2001 г. [1]. Данные химического состава сточных вод, образующихся в системе водопользования комбината по состоянию на период 2007 г., опубликованы в работе [2].

Специфические условия формирования потоков поверхностных вод и осадконакопления в водных объектах, наложенные на природные условия рассматриваемой территории, обусловливают актуальность проведения исследований современного гидрохимического режима поверхностных вод на территории промышленной зоны Ковдорского массива, что явилось основной задачей проводимых в рамках данной работы исследований.

Методы проводимых исследований включали отбор проб воды из поверхностных водных объектов, проведение количественного химического анализа отобранных проб, анализ и обобщение результатов исследований химического состава и определение наиболее значимых факторов его формирования. Для выявления процессов трансформации поверхностных вод исследованных водных объектов, приводящих к изменению их состава под воздействием техногенных факторов, по литературным данным [1], [2] изучены гидрохимические характеристики условно-фоновых водных объектов Ковдорского района, расположенных вне пределов зоны техногенного воздействия горно-обогатительного комбината.

Натурные исследования проводились на наиболее подверженных техногенному загрязнению водных объектах - нижней части оз. Ковдор и р. Можель (рис.).

Отбор проб воды проведен в июле 2013 г. Аналитические исследования состава отобранных проб воды выполнены на кафедре ресурсосберегающих и химических технологий по нормативным методикам и в соответствии с методическими рекомендациями, утвержденными для определения компонентного состава поверхностных вод, с использованием современных приборов и оборудования. Данные гидрохимических характеристик исследованных проб представляли в виде средних значений и их ошибок. Результаты обрабатывали статистически, используя метод дисперсионного анализа при уровне значимости $p = 0,05$. В отобранных пробах воды определяли физические показатели, общесанитарные характеристики и показатели химического состава.

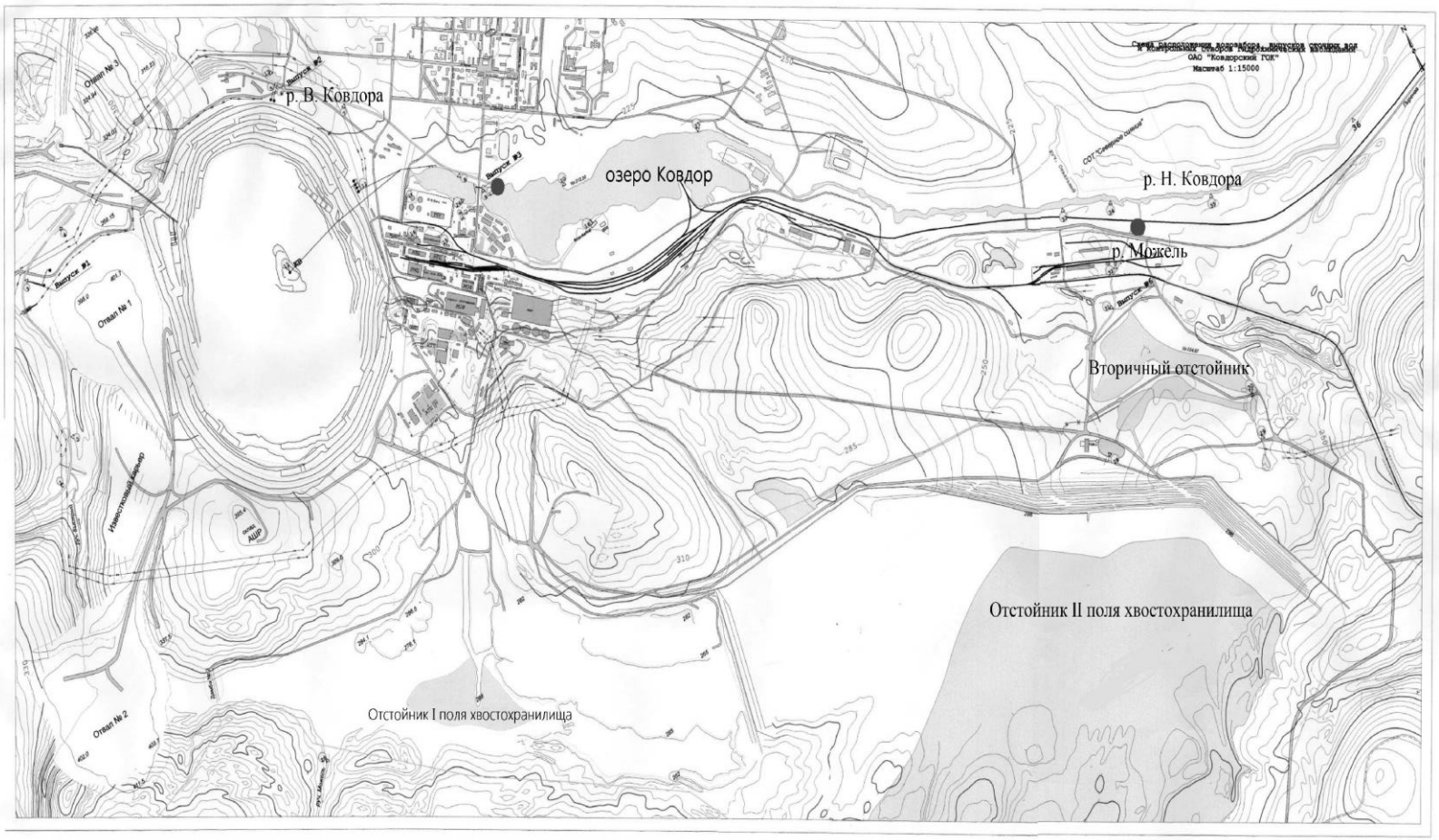


Рис. Карта-схема расположения точек отбора проб поверхностных вод на территории промышленной зоны Ковдорского массива:
● - точки отбора проб

По результатам химико-аналитических исследований отобранных проб воды установлено, что поверхностные воды в зоне воздействия Ковдорского ГОК по сравнению с условно-фоновыми водными объектами района характеризуются повышенной минерализацией, значительным увеличением цветности воды, концентрации ионов марганца, железа общего, азота нитратного и аммонийного, фосфатов и перераспределением содержания основных ионов.

Цветность воды оз. Ковдор определяется величиной 161 град, по исследованиям на период 2001 г. [1] этот показатель не превышал 10 град. По результатам исследований 2001 г. [1] и 2013 г. в воде озера установлено увеличение концентрации ионов марганца с 0,035 мг/дм^3 до 0,107 мг/дм^3, ионов железа общего - с 0,073 мг/дм^3 до 0,263 мг/дм^3. Концентрация ионов аммония в воде р. Межень изменялась от 0,004 мг/дм^3 (2001 г.) [1] до 0,12 мг/дм^3 (2007 г.) [2] и 0,401 мг/дм^3 (2013 г.).

Общая минерализация условно-фоновых водных объектов района, соответствующая природному состоянию поверхностных вод, определяется на уровне от 29 мг/дм^3 до 47 мг/дм^3. Минерализация воды оз. Ковдор по результатам выполненного анализа составляет 80 мг/дм^3, р. Можель доходит до 470 мг/дм^3. По исследованиям на период 2001 г. [1] этот показатель определялся значениями 232,0 мг/дм^3 и 570,0 мг/дм^3 соответственно. Воды оз. Ковдор и р. Можель в настоящее время относятся к слабощелочным (водородный показатель воды оз. Ковдор составляет 7,35, р. Можель pH = 8,64). Воды условно-фоновых водных объектов района относятся к классу гидрокарбонатных, из катионов преобладающими являются кальций и натрий. Воздействие Ковдорского ГОК на водные объекты привело к перераспределению содержания основных ионов в поверхностных водах. Вода оз. Ковдор по состоянию на период 2001 г. [1] соответствовала гидрокарбонатно-сульфатному натрий-магний-кальциевому типу. Содержание основных ионов определялось соотношением гидрокарбонатов - 38,90 ммоль % (76,0 мг/дм^3), сульфатов – 57,32 ммоль % (88,3 мг/дм^3), хлоридов – 3,79 ммоль % (4,3 мг/дм^3), ионов кальция – 37,06 ммоль % (23,7мг/дм^3), магния – 28,85 ммоль % (11,2 мг/дм^3), натрия – 25,90 ммоль % (19,0 мг/дм^3), калия –8,18 ммоль % (10,2 мг/дм^3). Вода оз. Ковдор в настоящее время соответствует сульфатно-гидрокарбонатному магниевому типу [3]. На долю сульфатов приходится 42,77 ммоль % от общего содержания анионов, значения ионной концентрации составляют 54,3 мг/дм^3, на долю гидрокарбонатов - 51,38 ммоль % (112,16 мг/дм^3), хлоридов – 5,84 ммоль % (7,42 мг/дм^3). В катионном составе на долю ионов кальция приходится 24,73 ммоль % (17,74 мг/дм^3), магния - 62,94 ммоль % (27,41 мг/дм^3), натрия - 7,30 ммоль % (6,01 мг/дм^3). В сточных водах с хвостохранилища преобладающим катионом является натрий, его ионная концентрация составляет 80,0 – 90,0 мг/дм^3, анионом – сульфат-ион

(121 – 139 мг/дм^3), что проявляется в тенденции к перераспределению содержания основных ионов в р. Межень. По данным [1] по состоянию на период 2001 г. вода в р. Межень соответствовала сульфатно-гидрокарбонатному натриевому типу (HCO_3^- - 286,0 мг/дм^3, SO_4^{2-} - 121,0 мг/дм^3, Cl^- - 4,9 мг/дм^3, Ca^{2+} - 35,0 мг/дм^3, Mg^{2+} - 19,5 мг/дм^3, Na^+ - 80,0 мг/дм^3, K^+ - 23,0 мг/дм^3). В настоящее время вода в р. Можель относится к гидрокарбонатно-сульфатному магний-натриевому типу. Преобладающим катионом остается натрий, на его долю приходится 51,47 ммоль % от общего содержания катионов (132,43 мг/дм^3), на долю ионом магния – 26,10 ммоль % (35,54 мг/дм^3), кальция – 14,43 ммоль % (32,36 мг/дм^3). В анионном составе на долю сульфатов приходится 53,41 ммоль % (287,4 мг/дм^3), гидрокарбонатов – 42,64 ммоль % (291,04 мг/дм^3), хоридов – 3,95 ммоль % (15,66 мг/дм^3).

Таким образом, на основании выполненных исследований установлено, что воздействие Ковдорского ГОК на водные объекты приводит не только к увеличению концентрации нормируемых примесей в поверхностных водах, но и к перераспределению содержания основных ионов.

Литература

1. Кашулин Н.А., Даувальтер В.А., Кашулина Т.Г., Сандимиров С.С. и др. Антропогенные изменения лотических экосистем Мурманской области. 1 часть: Ковдорский район. – Апатиты: Изд. Кольского научного центра РАН, 2005. –234 с.

2. Зосин А.П., Приймак Т.И., Маслобоев В.А., Сулименко Л.П., Мингалева Т.А. Изменение состава сточных вод в системе водопользования Ковдорского горно-обогатительного комбината // Водные ресурсы.- 2011.- Т. 38.- № 1.- С. 98-107.

3. Фоменко А.И. Управление природными ресурсами. Водные ресурсы: учеб. пособие. – Вологда: ВоГТУ, 2011. – 120 с.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЖКХ

Ю.В. Реутов
Научный руководитель ***А.В.Зенков****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Отрасль водоснабжения и водоотведения является одной из самых энергозатратных из всех сфер ЖКХ, причем, как показывает статистика, до 60 процентов всех затрат используется нерационально.

Насосы, компрессоры и другие электроустановки оснащены нерегулируемым электроприводом на основе асинхронных двигателей. И регулирование подачи воды осуществляется двумя способами: это параллельное подключение дополнительных насосов, или же с помощью задвижек на водопроводе мы можем контролировать подачу воды. Сам же насос имеет один казалось бы оптимальный режим работы, рассчитываемый в зависимости от часов неравномерности водопотребления. Но есть множество факторов, которые могут снизить КПД насоса. Так, например, рост потребителей отрицательно скажется на всей картине водоснабжения. Выход есть, установка еще одного насоса или увеличение диаметра рабочего колеса [1,2]. Но все это уже прошлый век.

Одно из перспективных решений по энергосбережению - переход от нерегулируемого асинхронного электропривода к электроприводу с регулируемой частотой вращения. Это позволяет не только снизить потребление электроэнергии за счет построения более гибкого графика подачи воды, но и уменьшить износ технологического и электрического оборудования, повысить надежность его эксплуатации. Это ведет к сокращению штата обслуживающего персонала. В прошлое уйдет такое понятие как «обточка рабочего колеса». Такое оборудование позволяет плавно запускать насосы, что в свою очередь бережет систему от гидравлического удара, а также позволит перейти на автоматизированное управление посредством компьютера.

В 2008 году часть таких работ была проведена в Вологде. На 12-ти насосных станциях было установлено частотное регулирование, новые насосы, это позволило на этих станциях получить экономию от 8 до 20 процентов. Период окупаемости таких проектов составляет примерно 10 лет.

Энергосберегающие мероприятия необходимо проводить, но и подход к каждому объекту нашей отрасли должен быть индивидуальный, только так будет достигнут оптимальный результат. Радует, что для осуществления данных проектов создается нормативно правовая база, позволяющая

привлекать в отрасль дополнительные инвестиции. Для решения предприятием задач внедрения энергосберегающих технологий, как правило, приходится искать финансовые средства. Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» открыл новые возможности решения этой проблемы, введя понятия «энергосервисные услуги» и «энергосервисные контракты».

Комплексный подход к внедрению современных технологий обеспечивается формированием долгосрочной программы развития предприятия, направленной на энергосбережение и включающей все аспекты мероприятий.

Мы рассмотрели только вопрос внедрения новых электродвигателей. Но для энергосбережения можно использовать и энергию движущейся воды в трубах для дежурного светодиодного освещения.

Дежурным освещением называется освещение в нерабочее время. Область применения, величины освещенности, равномерность и требования к качеству для дежурного освещения не нормируются [3], что в свою очередь позволяет использовать экспериментальные установки разной мощности.

Мы выбрали светодиод не случайно, он имеет много преимуществ по сравнению с лампами накаливания и дневного света. Хотя и изобретена диодная лампочка в 1962 году Нико Холоньяка, большой популярности она не приобрела. Развитие диоды получили лишь в середине 80-х, когда начали требоваться компактные и долговечные источники света для индикаторов, освещения и в тех местах где невозможно использовать лампы накаливания и лампы холодного катода. Диоды выгодно отличаются от них малыми габаритами, малым энергопотреблением, отсутствием необходимости особой подготовки напряжения, практически отсутствием нагрева, высокой выносливостью к ударам и перегрузкам.

В наши дни цена на диоды стала снижаться, они перестали быть диковинкой и вытеснили с рынка фонарики с лампочками накаливания. Светодиодные лампы теперь повсюду: в вывесках, в люстрах, в фарах современных машин, в фонарях уличного освещения.

Данные лампы подходят по всем критериям, таким как:

1. Способность выдерживать относительно тяжёлые условия эксплуатации (вибрации, небольшие удары, попадание воды, низкие температуры, давление).

2. Низкое энергопотребление (примерно в 7-10 раз меньше чем у стандартных ламп накаливания) и высокий уровень КПД.

3. Практически не содержат вредных для здоровья и окружающей среды соединений (в отличии от люминисцентных ламп и ламп накаливания, которые содержат ртуть).

4. Долговечность (в 70-80 раз выше чем обычные лампы с нитью накаливания, до 80 000 часов и до 2-х раз долговечнее ламп с холодным катодом).

5. Компактность.

Установка очень проста. В водопроводной трубе сделана врезка с рабочим колесом. Вода, проходя по трубе приводит в движение колесо которое в свою очередь вращает ротор генератора. Тем самым мы превращаем энергию движущейся воды в электроэнергию. Которой достаточно для работы диодной лампы (рис.).

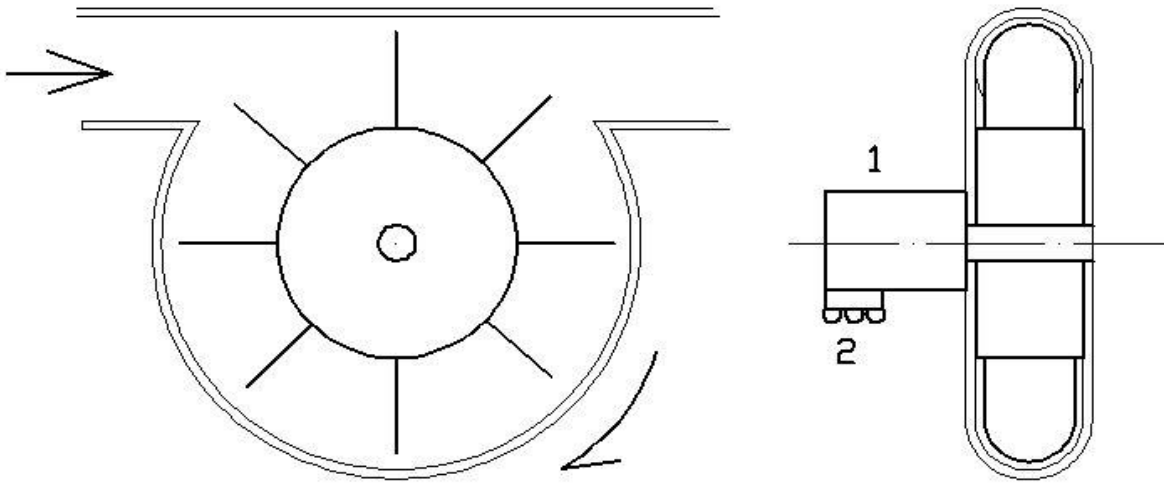


Рис. Экспериментальная установка:
1-генератор, 2-группа диодных ламп; стрелками указано направление движения воды и вращения рабочего колеса

Потенциал такой установки очень велик. На её базе будет проведен ряд исследований, доказывающих ее энергосберегающие характеристики. Вологжан данная технология должна заинтересовать, ведь оплачивая услуги ЖКХ, они платят и за освещение подвала своего дома.

В свободной продаже есть декоративные насадки на кран. Светодиодные датчики воды. Они также будут анализироваться в ходе работы. Но для создания дежурного освещения они не подходят, так как специализированы как насадки на сантехнические приборы.

Планируется создать компактные установки автономного освещения различной мощности. С их помощью производить освещение в подвальных помещениях, тем самым снижая общие затраты дома по электроэнергии.

Эксперименты будут проводиться в лаборатории при кафедре ВиВ, также будет проведен уличный опрос вологжан, который покажет, насколько они заинтересованы в энергосберегающих технологиях.

В ходе экспериментов будут определяться следующие параметры:

1. Проверка постоянного напряжения вырабатываемого установкой.
2. Подбор оптимальных размеров и формы рабочего колеса.
3. Замер зоны освещения.
4. Сравнение экономических показателей установки и стандартного подвального освещения (лампа накаливания 40-60 ватт).
5. Подбор оптимального числа диодных ламп в зависимости от полученной мощности.
6. Потери напора воды.

В ходе технико-экономических изысканий будут выявлены все плюсы и минусы установки. К явным и ожидаемым плюсам относится высокое энергосбережение и независимость от внешней электрической сети.

Предполагается внедрять автономные приборы освещения в сфере ЖКХ, не только в подвальных помещениях, но и на насосных станциях.

Работа по совершенствованию и внедрению энергосберегающих технологий продолжается.

Литература

1. Лезнов Б. С. Энергосбережение и регулируемый электропривод в насосных установках. - М.: ИК «Ягорба» - «Биоинформ-сервис», 1998.

2. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения/ Госстрой СССР. - М.: Стройиздат, 1985. - 136 с.

3. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение/ Минстрой России.-М.: ГП «Информрекламиздат»,1995.-35 с.

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ФОСФОРА В СТОЧНЫХ ВОДАХ МАЛЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

Е.В. Соколова
Научный руководитель ***А.А. Кулаков****, ст. преподаватель*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Охрана водных объектов от загрязнения и истощения является одной из важнейших задач в современном мире. Вопрос удаления биогенных элементов остро встает на большинстве очистных сооружениях канализации малых населенных пунктов. Именно биогенные элементы, попадающие в водные объекты, являются причиной развития в них водорослей, которые вызывают эвтрофикацию. Основными источниками фосфора в сточных водах являются продукты жизнедеятельности людей и моющие средства, которые изготавливаются на фосфорной основе. Последствиями являются цветение водоемов, дефицит кислорода, помутнение воды, появление неприятного запаха и вкуса. Для снижения или предотвращения эвтрофикации необходимо ограничить попадание фосфора в природные водоемы. Решение задачи изъятия фосфора остро встает на большинстве малых очистных сооружений канализации (ОСК) в России, так как обеспечение очистки на уровне норматива не представляется возможным за редкими исключениями. Существующее множество технологических схем и методов имеют ряд ограничений, в особенности для малых станций.

Целью данных исследований является оценка содержания фосфора в сточных водах малых населенных пунктов и поиск технологических решений по дефосфотации сточных вод на основе экспериментальных исследований.

В рамках исследований проанализированы 77 коммунальных станций очистки сточных вод малых населённых пунктов на предмет обеспечения ПДК по фосфору в очищенных сточных водах по данным официальной статистической информации по форме № 2-ТП (водхоз).

Все станции классифицированы на 4 категории по фактическому водоотведению:

1. $Q_{факт} < 100$ м^3/сут;
2. $100 < Q_{факт} < 500$ м^3/сут;
3. $500 < Q_{факт} < 2000$ м^3/сут;
4. $Q_{факт}$ свыше 2000 м^3/сут.

Анализ малых коммунальных очистных сооружений канализации показал, что средняя концентрация фосфора в поступающем стоке составляет 5,86 мг/л, в очищенном стоке – 3,5 мг/л, что в 17,5 раз превышает норматив (0,2 мг/л).

Для числовой оценки загрязненности очищенных сточных вод рассчитана частота обеспечения заданного значения концентрации фосфора $W_{обесп}$.

$$W_{обесп} = \frac{N_{обесп}}{N_{общ}} \cdot 100,\ \%, \qquad (1)$$

где $N_{обесп}$ – количество станций, на которых концентрация обеспечивается;

$N_{общ}$ – общее количество станций.

Результаты расчета представлены в табл.1 и рис.1.

Таблица 1

Частота обеспечения заданной концентрации фосфора ($W_{обесп}$)

Концентрация, мг/л		**0,2**	**0,5**	**0,75**	**1,0**	**2,0**	**3,0**	**4,0**	**5,0**
$W_{обесп}$, %	2010 г.	3,2	7,8	10,6	14,3	36,4	55,8	68,8	84,4
	2011 г.	5,2	14,3	18,2	31,2	40,3	59,7	71,4	76,6

Рис. 1. Частота обеспечения заданной концентрации фосфора ($W_{обесп}$)

Кратность превышения ПДК в очищенных сточных водах рассчитана по формуле:

$$K_{прев,ех} = \frac{C_{ех}}{ПДК}, \qquad (2)$$

где $C_{ех}$ – концентрация фосфора в очищенных сточных водах, мг/л;

ПДК – предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества, принятая равной ПДК для водных объектов рыбохозяйственной категории водопользования, мг/л.

Результаты расчета представлены на рис.2.

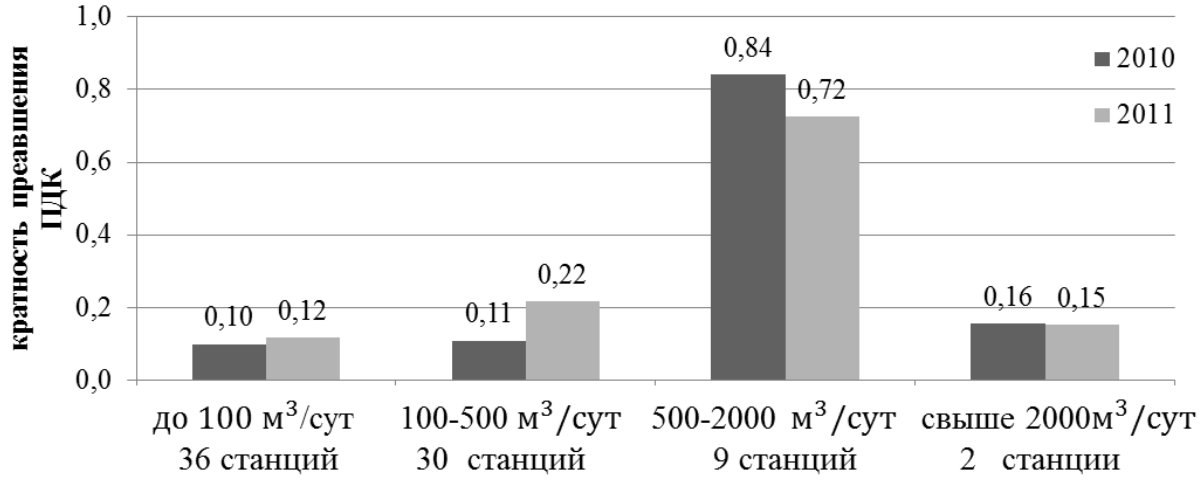


Рис. 2. Кратность превышения ПДК в очищенных сточных водах

На проанализированных станциях запроектированы традиционные методы биологической очистки стоков в аэротенках, биофильтрах или компактных установках, специальных методов удаления фосфора не выявлено. Данные технологические решения не позволяют обеспечить природоохранные нормативы.

Для существующих технологий и для технологии глубокой очистки рассчитаны экологические и экономические ущербы от сброса фосфора, позволяющие оценить степень негативного воздействия на водные объекты и финансовые затраты предприятий на оплату штрафов.

Экономический ущерб (плата за сброс загрязняющих веществ):

$$П = М_i \cdot H_i \cdot K_{пов}, \ руб/год, \quad (3)$$

где $М_i$ – фактическая масса сброса загрязняющего вещества, т;

H_i - ставка платы за сброс 1 тонны загрязняющего вещества, руб./т;

$К_{пов}$ – повышающий коэффициент, учитывающий превышение установленных НДС.

Экологический ущерб водным объектам:

$$У = \sum У_{уд} \cdot М_{прив} \cdot К_э \cdot J_д \ , руб/год, \quad (4)$$

где $У_{уд}$ – показатель удельного ущерба (цены загрязнения) водным ресурсам, наносимого единицей приведенной массы загрязняющего вещества, руб./усл.т;

$М_{прив}$ – приведенная масса загрязняющего вещества, сбрасываемая в водный объект, усл.т/год;

$К_э$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния водных объектов;

$J_д$ – индекс-дефлятор по отраслям промышленности.

Числовые значения представлены в табл. 3.

Таблица 3

Экологические и экономические ущербы от сброса фосфора в водные объекты

$Q_{факт}$, $м^3$/сут	Экологический ущерб, руб/год		Экономический ущерб, руб/год	
	Существующая технология	При глубокой очистке*	Существующая технология	При глубокой очистке*
До 200	732378,93	41887,60	85096,74	206,49
200-500	2759000	148265,36	321749,15	730,89
500-2000	1411646,41	165922,96	153524,01	817,94
Свыше 2000	1280265,45	200263,15	133100,40	987,22

*При обеспечении норматива по фосфору – 0,2мг/л.

По формуле (3) рассчитан предотвращенный экологический ущерб в зависимости от концентрации фосфора в очищенных сточных водах до внедрения мероприятий и фактическому водоотведению станции (табл. 4).

Таблица 4

Экологический ущерб, зависящий от C_{ex} и $Q_{факт}$

$C_{вых}$ / $Q_{факт}$	1 мг/л	2 мг/л	3 мг/л	4 мг/л	5 мг/л
100 $м^3$/сут	10202,99	20405,98	30608,97	40811,96	51014,94
500 $м^3$/сут	51014,94	102029,89	153044,83	204059,78	255074,72
1000 $м^3$/сут	102029,89	204059,78	306089,67	408119,55	510149,44
2000 $м^3$/сут	204059,78	408119,55	612179,33	816239,11	1020298,89
3000 $м^3$/сут	306089,67	612179,33	918269,00	1224358,66	1530448,33

Как видно из таблицы 3 экологическая эффективность от мероприятий дефосфотации увеличивается при возрастании C_{ex} *и* $Q_{факт}$.

Наиболее распространенными являются 3 метода удаления фосфора из сточных вод:

- биологический,
- химический,
- физико-химический.

Биологическая дефосфотация – это процесс трансформации фосфорсодержащих соединений внутрь бактериальной клетки, с последующим выво-

дом избыточной биомассы из системы. В данном случае фосфор может быть удален из сточных вод только вместе с избыточным активным илом.

При химической очистке сточных вод растворимые соли ортофосфорной кислоты вступают во взаимодействие с ионами реагента и образуют нерастворимые соединения, которые выпадают в осадок и выводятся из системы. Наиболее распространено применение коагулянтов солей железа, алюминия, и кальция.

Удаление из сточных вод соединений фосфора также может быть осуществлено большим спектром физико-химических методов, таких как адсорбционный, электрокоагуляционно-флотационный, биогальванический, очистка в магнитном поле, кристаллизация. При адсорбционном методе растворенные в воде соединения фосфора поглощаются поверхностью сорбента, который может быть приготовлен из гранулированной окиси алюминия или других окисей металлов, нанесенными на волокнистый материал, а также иных материалов, например, глины, доменного шлака. Обнаружена высокая адсорбционная способность доломита по отношению к примесям соединений фосфора.

Все эти методы хорошо зарекомендовали себя на станциях крупных городов, однако специфические особенности малых населенных пунктов не всегда позволяют адаптировать сложные технологии. На практике данные методы имеют недостатки. Биологические требуют постоянного отвода избыточного ила, однако на малых очистных сооружениях редко осуществляется откачка ила, следовательно, существует вероятность вторичного загрязнения; химические – организации реагентного хозяйства, что повышает эксплуатационные расходы, связанные с удалением осадка, а также загрязнение сточной жидкости в зависимости от применяемых реагентов ионами железа, кальция, алюминия, хлоридами и сульфатами.

Устранение недостатков существующих методов возможно за счет их комбинирования. В качестве оптимальных для применения на малых станциях выбраны: химический метод дефосфотации с последующим фильтрованием или обработкой в контактных резервуарах, а также адсорбционный метод.

Выводы:

Определена кратность превышения ПДК по фосфору в очищенных сточных водах сооружений малых населенных пунктов в зависимости от фактического водоотведения.

Рассчитаны экономические затраты предприятий и экологические ущербы водным объектам от сброса фосфора.

Оценены методы дефосфотации сточных вод малых населенных пунктов; оптимальным является химический метод дефосфотации с последующим фильтрованием или обработкой в контактных резервуарах, а также адсорбционный метод.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ДЕНИТРИФИКАТОРА ОСК Г. ВОЛОГДЫ

Е.М. Терехова
Научный руководитель ***А.А. Кулаков****, ст. преподаватель*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

С завершением работ по реконструкции очистные сооружения канализации (ОСК) г. Вологды перешли в режим глубокой очистки сточных вод от биогенных веществ. Это привело к снижению негативного воздействия на окружающую природную среду за счет повышения эффективности очистки сточных вод и к оптимизации эксплуатационных затрат за счет применения управляемых воздуходувом и снижения расхода воздуха. Однако реконструкция поставила ряд задач, требующих решения:

1. Модернизация отстойника в денитрификатор привела к изменению всей технологической цепочки очистки, сокращению блока механической очистки, и в результате – к повышению нагрузки на песколовки и влиянию крупных взвешенных частиц на илы блока биологической очистки.

2. Изменение видов осадков (отсутствует сырой осадок) привело к необходимости выбора новой технологической схемы обработки осадков,

Стоки поступают в приемную камеру ОСК, затем проходят механическую очистку (решетки и песколовки) и поступают в денитрификатор, где смешиваются с возвратным активным илом и внутренним нитратным рециклом. В денитрификаторе создаются аноксидные условия за счет механического перемешивания смеси мешалкой, что способствует процессам глубокого изъятия азотных соединений. После смесь поступает в аэротенки-нитрификаторы, где обеспечивается изъятие органических веществ и перевод аммонийного азота в нитритный, а затем в нитратный. После прохождения аэротенка иловая смесь разделяется во вторичных отстойниках на очищенную сточную воду, сбрасываемую в р. Дылевка, и возвратный активный ил, возвращаемый в денитрификаторы. Избыточный активный ил (примерно 3500 $м^3$/сут) отправляется на уплотнение и последующее механическое обезвоживание на пресс-фильтрах с добавлением флокулянта.

К работе денитрификаторов предъявляется ряд требований [1]:

1. Концентрация растворенного кислорода не должна превышать 0,5-1 мг/л, или произойдет ингибирование процессов денитрификации.

2. Скорости потока жидкости в сооружении согласно нормам проектирования должны быть в пределах 0,25-0,3 м/с. При снижении скоростей ниже указанных возникает опасность седиментации частиц активного ила на дне

сооружений. С другой стороны, повышение скорости ведет к необоснованному росту энергопотребления. Удельная мощность перемешивающих устройств для обеспечения требуемой скорости иловой смеси колеблется от 1,0 до 5,0 Вт на один $м^3$ объема емкостного сооружения.

Кроме перемешивания в технологических схемах с предварительной денитрификаций требуется также создание рециркуляционного потока иловой смеси (возврат нитратов) из нитрификатора в денитрификатор.

Первое и третье требование на ОСК г. Вологды соблюдаются.

Целью данных исследований являлось исследование работы денитрификатора ОСК г. Вологды.

Методика исследований

Исследования проводились в 5 этапов:

1. Анализ седиментационных свойств илов по данным лабораторного контроля на ОСК г. Вологды. Оценивалось соответствие данных рекомендуемым значениям.

2. Экспериментальная оценка седиментации возвратного ила, нитратного рецикла и их смеси со сточными водами; построение кривых Кинша.

3. Определение скоростей движения жидкости в различных точках денитрификаторах.

4. Определение объемных доз ила жидкости в различных точках денитрификатора.

5. Визуальный контроль работы денитрификаторов; осмотр денитрификатора при опорожнении.

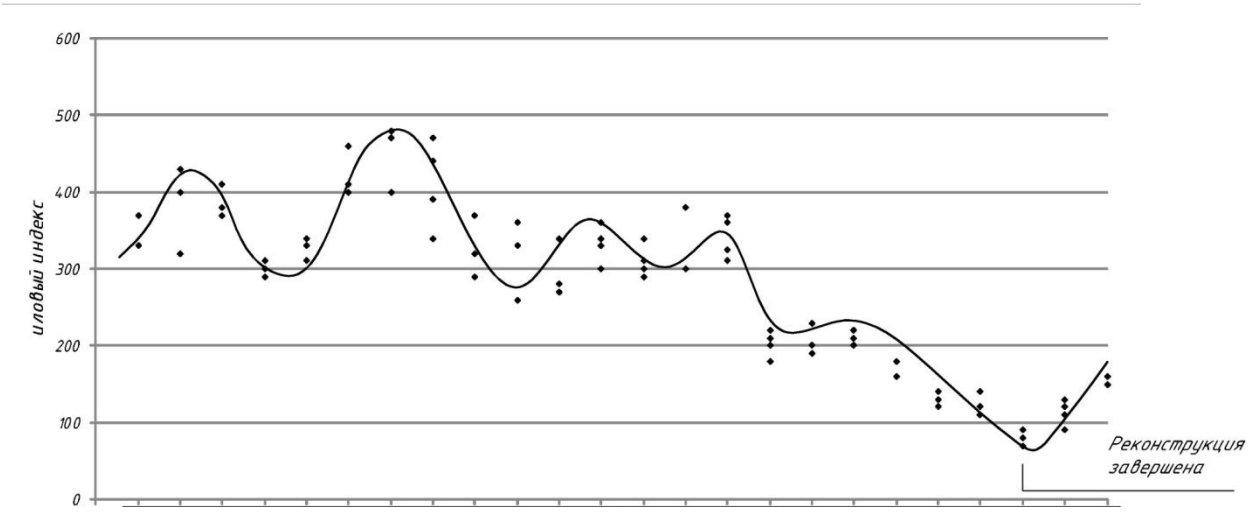
Результаты исследований

Анализ данных работы ОСК позволил выявить сезонную закономерность изменения значений илового индекса (рис. 1), реконструкция положительно повлияла на седиментационные свойства ила.

Выявлена зависимость значений илового индекса от дозы ила в аэротенке (рис. 2), повышение дозы ила до 4,5 г/л благоприятно сказывается на осаждаемости, при повышении дозы выше 4,5 г/л – значения илового индекса увеличиваются.

Исследования осаждаемости илов, а также их смеси со сточными водами позволили выявить особенности их илоразделения Отобранная и подготовленная проба ила отстаивалась в течение 30 минут, через равные промежутки времени замерялось положение границы раздела фаз ила и воды, по полученным данным строились кривые Кинша (рис. 3). С целью определения возможности вспухания ила при длительном отсутствии кислорода ил подвергался отстаиванию в течение 30 минут, после чего перемешивался и вновь отстаивался 30 минут, затем перемешивался и отстаивался в течение часа. Нитратный рецикл осаждался быстрее, чем возвратный. Это может быть связано с

дозой самих илов. Наименьшей скоростью осаждения обладает возвратный ил, так как доза его выше. Наименее подвержен вспуханию нитратный рецикл, т.к. в нем содержится достаточное количество растворенного кислорода.



год	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
2011	330	330	330	270	280	360	460	340	260	250	290	280
2012	320	320	310	220	200	220	140	140	130	110	100	130

Рис. 1. Динамика изменения илового индекса за 2011-2012 годы

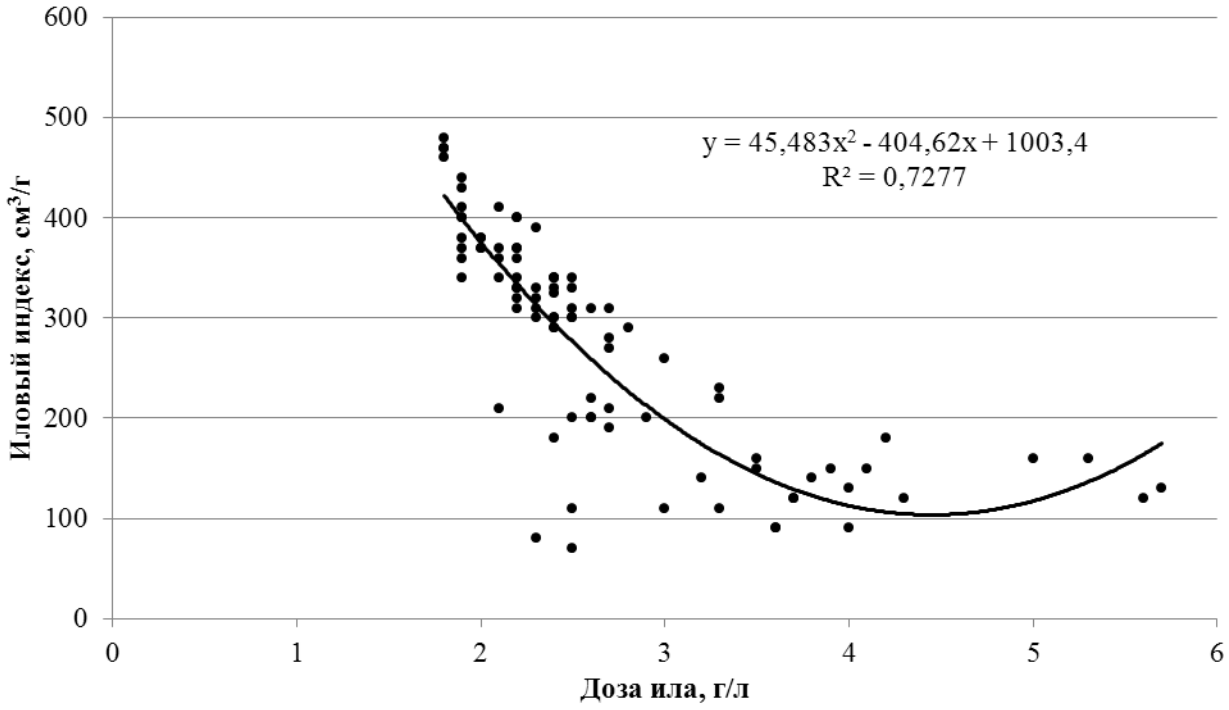


Рис. 2. Зависимость илового индекса от дозы ила

Для описания изменения скоростных режимов в денитрификаторах с помощью гидрометрической вертушки ГР-21м определены скорости движения

жидкости в денитрификаторе (рис. 4). Изыскания показали, что ни одна из замеренных скоростей не соответствует нормативам, а в некоторых зонах вообще не было движения потока, что соответственно приводит к седиментации частиц на дне денитрификатора. Решение данной проблемы возможно за счет повышения мощности мешалок, либо установления дополнительных мешалок в денитрификаторах, либо улучшения гидродинамики за счет перенаправления потоков.

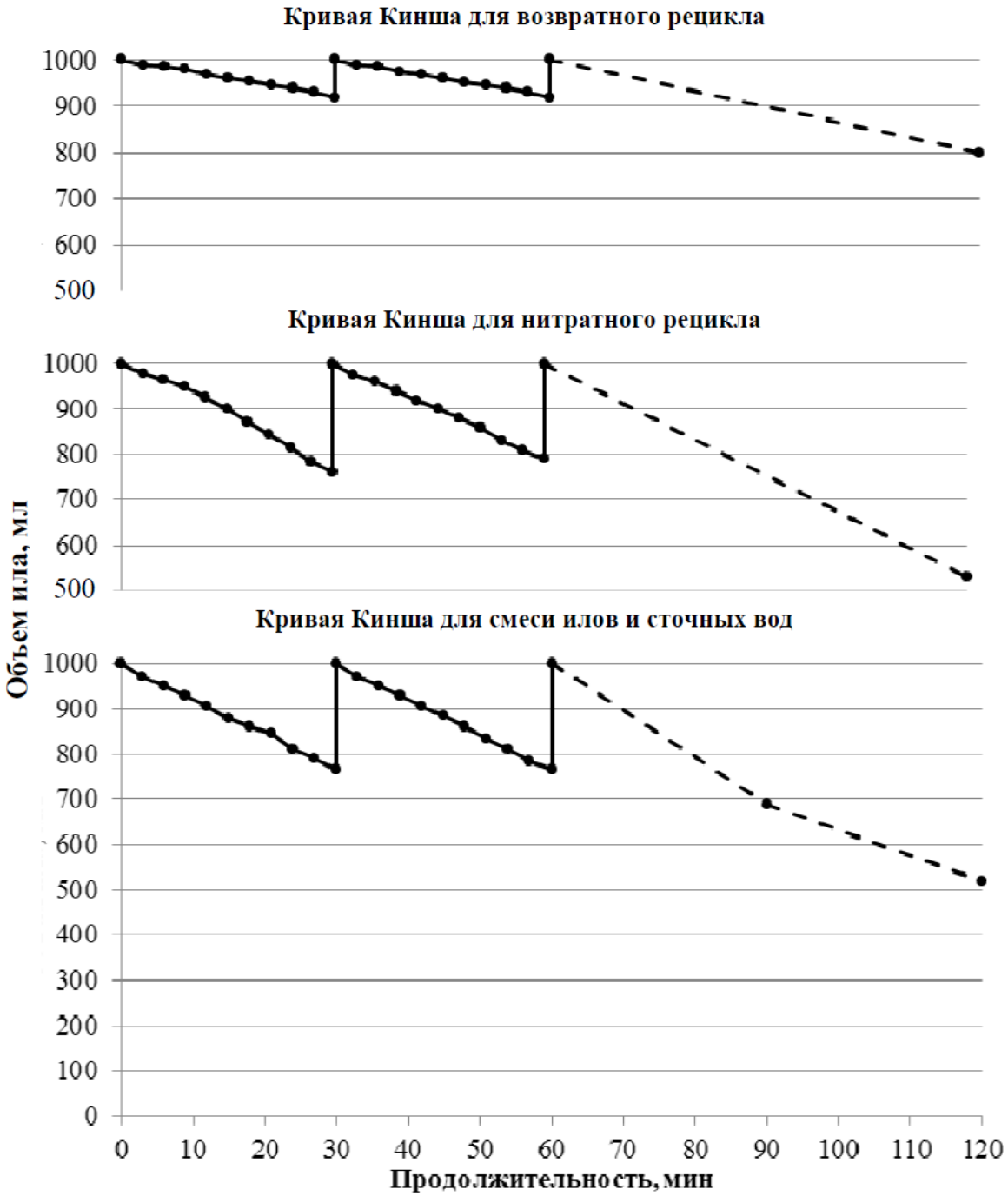


Рис. 3. Осаждаемость илов

Исследованы дозы ила в разных точках денитрификаторов (рис. 4). Пробы отбирались в разных точках на глубине 1 м, 2,25 м и 3,2 м. Были рассмотрены два сооружения денитрификатор №3 и денитрификатор №5. Выбор пал именно на эти сооружения, так как сточная жидкость в них поступает из разных распределительных чаш. После отбора проб наблюдалась седиментация ила в литровых цилиндрах. Было отмечено, что в некоторых точках ил не уплотнялся, а по консистенции это был заиленный осадок. В этом осадке четко можно было разглядеть мелкие камни и другие неорганические вещества. Во время отбора проб неоднократно отмечалось скопление осадка на дне сооружения.

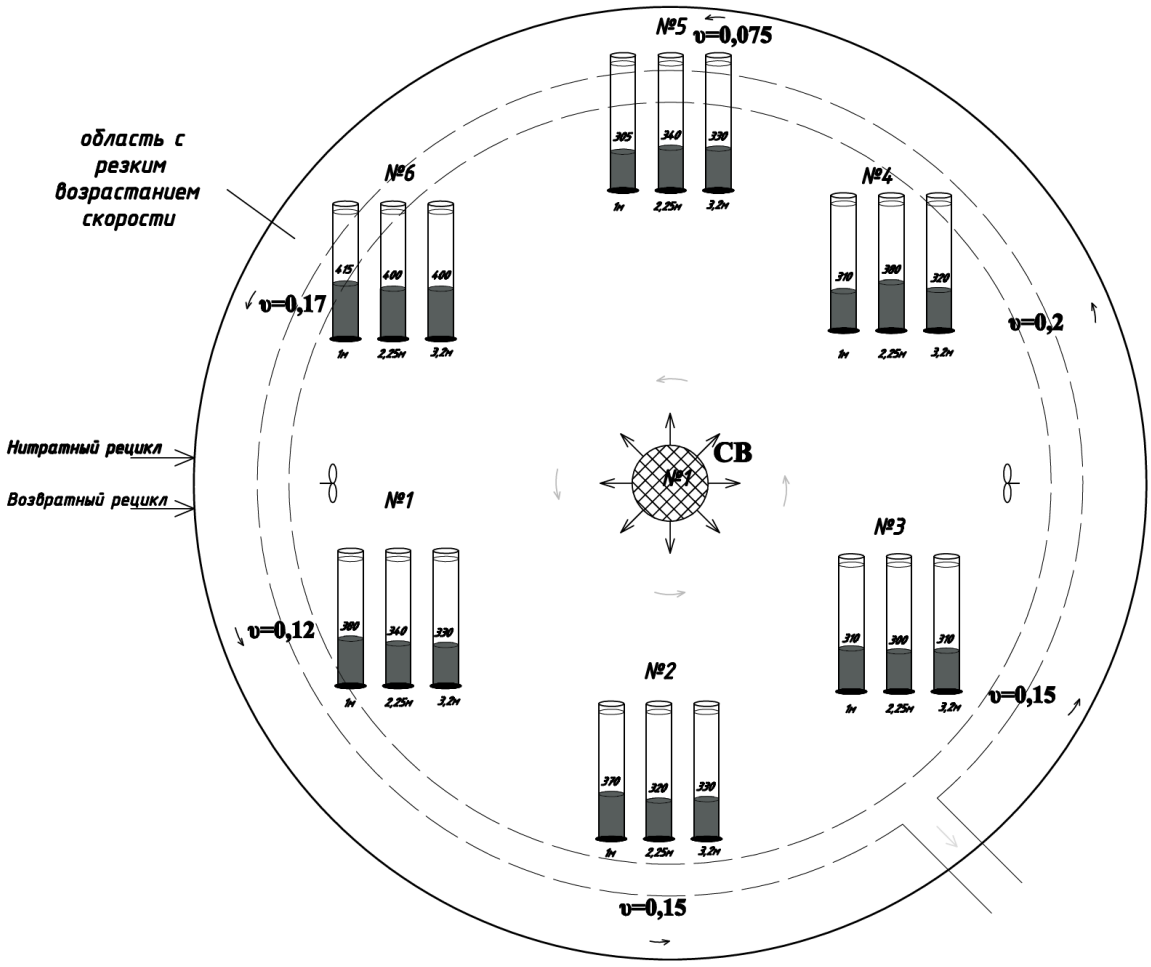


Рис. 4. Распределение доз ила и скоростей движения потока в третьем денитрификаторе

На практике снижение скорости выпадения осадка обеспечивается за счет работы мешалок, создающих горизонтальный поток, если же хотя бы одну мешалку отключить, то частицы будут выпадать в осадок, а ил вспухать. Наблюдения за работой денитрификатора в процессе эксплуатации показали,

что временный выход из строя мешалки может привести к седиментации ила в денитрификаторе, замедлению движения и отмиранию ила. Осадок всплывал интенсивнее, когда увеличивалось поступление сточных вод; а при минимальном поступлении – всплывания практически не наблюдалось.

Опорожнение одного из денитрификаторов подтвердило выдвинутую гипотезу. В центральной его части наблюдается максимальное выпадение осадка, в основном песок. Поступающий сток, содержащий частицы песка контактирует с илом, что приводит в выпадению последнего в осадок.

Для ликвидации выявленных проблем актуальным является повышение эффективности работы песколовок и оптимизация гидродинамики потоков в денитрификаторах.

ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ МОДЕРНИЗАЦИИ МАЛЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ КАНАЛИЗАЦИИ

Е.М. Чуранова
Научный руководитель ***А.А. Кулаков****, ст. преподаватель*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Жизнедеятельность человека сопряжена с высокими антропогенными нагрузками на водные экосистемы. Необходимо обеспечивать очистку сточных вод до качества, не оказывающего негативное влияние на водный объект. Сегодня природоохранные нормативы требуют внедрения технологий глубокой очистки от соединений азота и фосфора практически для всех объектов канализации, даже в небольших сельских поселениях. Но состояние на данный момент малых очистных сооружений канализации (ОСК) не позволяет использовать необходимые технологии без значительных реконструкционных мероприятий.

Целью исследований является поиск, разработка и дальнейшая апробация новых технологических решений для модернизации малых ОСК.

Объектом исследования являются малые ОСК Вологодской области, на примере ОСК сельского поселения Чуровского.

Очистные сооружения представляют собой аналог большинства технологических решений малых станций РФ - компактные установки.

На ОСК СП Чуровского запроектирована традиционная биологическая очистка на полное окисление органических веществ в компактных установках типа КУ-50 (4 рабочих установки) и типа КУ-25 (1 рабочая установка). Очистка в установках осуществляется в следующей последовательности. Очищае-

мая сточная вода подается в зону аэрации, где смешивается с активным илом. Далее смесь поступает в зону отстаивания, где очищенная вода отделяется и отводится, а возвратный активный ил эрлифтами перекачивается в зону аэрации. Проектное время контакта стоков с илом составляет 24 часа, по факту это время выше в среднем на 40% из-за гидравлической недогрузки сооружений. Эта конструкция была популярна, так как она проста в обслуживании, не требовала больших эксплуатационных затрат, при этом обеспечивала высокий уровень очистки по БПК и взвешенным веществам. Однако эти установки не могут обеспечить новые требования к качеству очищенных сточных вод.

Повышение эффективности очистки сточных вод (СВ) можно достичь с помощью увеличения окислительной мощности существующих сооружений, то есть увеличением количества биомассы или направленным удалением азота и фосфора.

Для четырех компактных установок подобраны и рассчитаны требуемые для протекания процессов глубокой очистки технологические решения:

1. Контрольная установка работает в традиционном режиме для оценки эффективности разработанных решений;

2. Установка с нитрификацией и денитрификацией, обеспечение разделения аноксидной и аэробной зоны погружной перегородкой.

3. Установка с ершовыми накопителями, внесение в объем сооружений ершовых накопителей биомассы.

4. Установка типа MBBR, внесение в объем сооружений плавающих накопителей биомассы.

Практика работы сооружений показала, что для протекания процессов очистки в этих сооружениях необходимо соблюдать 3 условия:

1) устройство усреднителя для нивелирования стоков по составу и объему;

2) предварительная очистка стоков, так как на сооружениях не предусмотрена механическая очистка и это чревато обрастанием всех загрузочных материалов и других элементов крупным мусором, что отрицательно скажется на результатах работы сооружений;

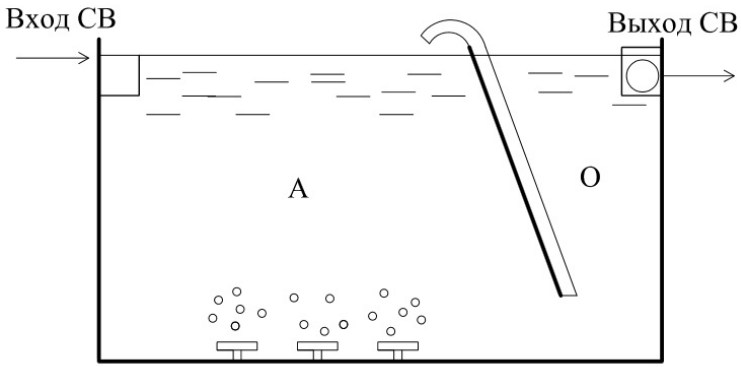
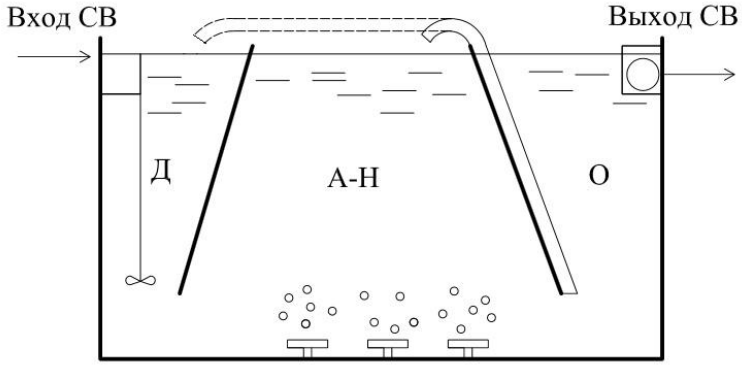
3) жёсткий контроль технологических процессов.

Схемы технологических решений, требуемые работы, оценка преимуществ и недостатков представлены в таблице 1.

В рамках исследований собрана и обработана информация по объемам поступающих и очищенных СВ, а также эффективности изъятия загрязнений. Технологии, приведенные выше, позволяют добиться ПДК, что подтверждено опытом эксплуатации на крупных станциях [1]. Допустим, этого можно достичь и на малых сооружениях. Согласно методике [2] был рассчитан предотвращенный экономический ущерб, который составил 61994,8 руб/год.

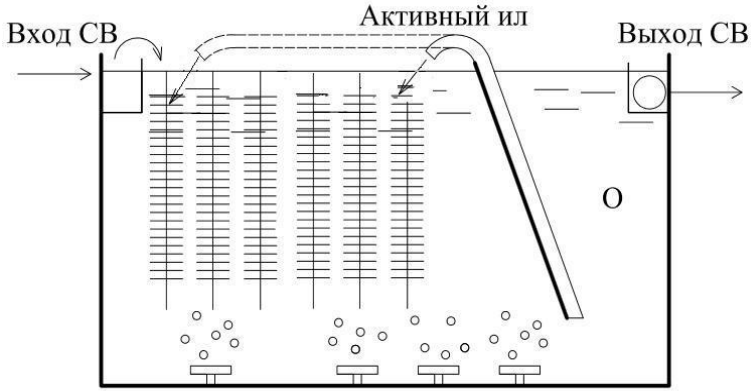
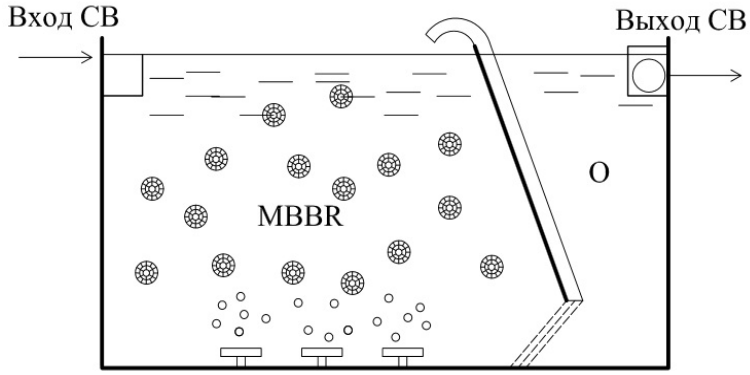
Таблица 1

План модернизации компактных установок

Установка	Схема модернизированной установки	Требуемые работы	Достоинства и недостатки
№1 Контрольная установка (без изменений), аэротенк/отстойник V=50м3		1. Оптимизация системы аэрации; 2. Модернизация систем подачи/сбора сточных вод и перекачки ила.	+: Простота эксплуатации. -: Низкий эффект очистки.
№2 Установка с выделенными зонами нитрификации и денитрификации V=50м3		1. Разделение зон денитрификации и нитрификации перегородкой; 2. Монтаж механической мешалки; 3. Организация рецикла ила в зону денитрификации.	+: Глубокая очистка от соединений азота. -: Сложность создания различных кислородных режимов. Требуется постоянный технологический контроль.

Примечание к табл. 1: А – аэротенк; О – отстойник; А-Н – аэротенк-нитрификатор; Д – денитрификатор

Окончание табл. 1

Установка	Схема модернизированной установки	Требуемые работы	Достоинства и недостатки
№3 Установка, оборудованная модулями ершовой загрузки V=50м3		1. Организация зоны, оборудованной ершовыми модулями; 2. Организация рецикла ила в зону денитрификации.	+: Высокий эффект биологической очистки. -: Дополнительные эксплуатационные сложности, связанные с необходимостью промывки ершовых модулей.
№4 Технология MBBR (с плавающей загрузкой) V=50м3		1.Монтаж удерживающей сетки для задержания плавающей загрузки; 2. Оборудование установки плавающей загрузкой.	+: Увеличение эффекта очистки от соединений азота. -: Сложность поддержания загрузки в плавающем состоянии.

Примечание к табл. 1: А – аэротенк; О – отстойник; А-Н – аэротенк-нитрификатор; Д – денитрификатор

Расчеты представлены в таблице 2.

Таблица 2

Эффективность мероприятий по обеспечению глубокой очистки

Показатель	вход	ОСК СП Чуровское		ПДК
		выход	эффект, %	выход
ВВ, мг/л	140	8	94,3	5,55
$БПК_5$, мгO_2/л	232	4	98,3	3
NH_4^+, мг/л	72,3	5,9	91,8	0,5
NO_2^-, мг/л	0,33	0,8	-	0,08
NO_3^-, мг/л	0,64	9,9	-	40
$P\text{-}PO_4^{3-}$, мг/л	3,7	2,9	21,6	0,2
Экологический ущерб, руб/год	62330,8	8632,3		336
Предотвращенный экологический ущерб, руб/год	-	53698,5		**61994,8**

Очевидно, что модернизация существующих сооружений связана с капитальными вложениями, эксплуатационными затратами и переобучением персонала. Направлениями дальнейших исследований будет являться:

1. Оценка технологий очистки сточных вод на предмет воздействия на окружающую среду.

2. Оценка экономических факторов функционирования существующих технологий, а именно капитальные затраты, эксплуатационные затраты, приведенные к 1 $м^3$ очищаемой сточной воды.

3. Разработка алгоритма подбора технологических решений для модернизации.

Данные исследования помогут оценить потребность каждого вида ОСК в тех или иных ресурсах (финансовых, трудовых). На основе проведенных исследований появляется возможность комплексной оценки малых ОСК, что повысит экономический эффект от работы сооружений, выведет качество очистки стоков на новый уровень.

Литература

1. Гогина, Е.С. Удаление биогенных элементов из сточных вод: монография / Е.С. Гогина. – М.: Изд-во АСВ, 2010. – 120 с.

2. Временная методика определения предотвращенного экологического ущерба : методика утв. Госкомэкологией РФ 09 марта 1999 г.

Секция «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЗАЩИТА В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ»

АНАЛИЗ ПРАКТИЧЕСКОГО ВЫПОЛНЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЮ НАСЕЛЕНИЯ В ЗОНЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ НА ПРИМЕРЕ НАВОДНЕНИЯ В ГОРОДЕ КОМСОМОЛЬСКЕ-НА-АМУРЕ

О.А. Григорьева
Научный руководитель ***Е. А. Лебедева****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В сентябре-октябре 2013 года на Дальнем Востоке России произошло катастрофическое наводнение. В Амурской области оно было одним из самых многоводных за 115 лет ведения гидрологических наблюдений. Местное население было оповещено заранее о необходимости эвакуации, но, к сожалению, лишь около 20 % приняли меры, для того чтобы не пострадать самим и спасти свое имущество. В Амурской области было подтоплено 126 населенных пунктов в 15 муниципальных образованиях. Было затоплено около 8 тысяч жилых домов с населением 36339 человек (из них более 10 тысяч детей). Также наводнением были затоплены более 20 тысяч дачных участков и огородов. С момента начала эвакуационных мероприятий оказана помощь более 120 тыс. человек. В городе Комсомольске-на-Амуре в результате наводнения подтоплено 681 жилой дом с населением 7696 человек, в том числе 1385 детей.

Целью данной работы является анализ опыта практического выполнения мероприятий по оказанию помощи населению, пострадавшему при наводнении.

Одной из основных проблем при ликвидации последствий ЧС, является организация жизнеобеспечения населения. Жизнеобеспечение населения, пострадавшего при наводнении, включает:

- эвакуацию пострадавших и оказание им первой медицинской помощи;
- проведение противоэпидемических и санитарно-гигиенических мероприятий в местах временного размещения;
- медицинское обеспечение пострадавших в местах временного размещения;
- обеспечение пострадавшего населения водой, продовольствием, одеждой, предметами первой необходимости, финансами, коммунальными услугами (жилье, тепло) и т.п.

Сбор информации и разведка обстановки в зоне ЧС для организации продовольственного обеспечения населения осуществлялась на основе дан-

ных подворового обхода, так как выяснить это другими способами на затопленных территориях не представлялось возможным. Осуществлялось также патрулирование затопленных районов. При подворовом обходе заходили и заплывали в каждый дом, выясняли, кто живет, проводили опрос соседей. Сбор информации проводился при взаимодействии со сводными отрядами МЧС и социальными службами города.

Нормы обеспечения населения в ЧС, регламентируются Федеральным законом N 68-ФЗ от 21.12.1994 и положениями [1,2,3,4,5].

Обеспечение населения водой:

- Определяется потребное количество воды для хозяйственно-питьевых нужд в районе бедствия.
- Уточняется состояние и возможности использования действующих и поврежденных систем водоснабжения и автономных водозаборов.
- Оборудуются недостающие пункты забора, очистки и раздачи воды в передвижную тару и организовывается подвоз недостающего количества воды наливным транспортом и в расфасовке.
- Вводится нормирование водопотребления и усиленный контроль качества воды.
- Организуется восстановление и ремонт поврежденных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения, автономных водозаборных сооружений.

Опыт патрулирования и разведки затопленных жилых территорий в городе Комсомольске-на-Амуре показал, что люди больше всего нуждались в чистой питьевой и хозяйственной воде. Нормы обеспечения водой населения для хозяйственно-питьевого водопотребления приведены в таблице 1. Однако опыт показал, что в условиях затопления обеспечить их в полном объёме не представляется возможным из-за ограниченности запасов.

Обстановка с водой была очень сложная, те районы города, которые были затоплены, оказались отрезаны от источников чистой воды. Колодцы затоплены. Вода реки Амур по санитарным показателям была не пригодна для хозяйственно-питьевых целей, так как оказались затопленными полигоны складирования и депонирования различных отходов, кладбища. В пунктах социальной помощи местному населению выдавались сухие продовольственные пайки и вода. Вода в количестве 4-5 литров на двое суток, что соответствовало норме только для питьевых целей. Поскольку затопленные районы города это преимущественно деревянные дома, то воды кроме бутылированой не было. А вода, которая стояла в их домах, была не пригодна для гигиенических нужд.

В каменно-кирпичной части города ситуация складывалась иначе.

Питьевая вода водопроводной сети соответствала требованиям гигиенических нормативов и подавалась в сети бесперебойно.

В городе функционировало водоснабжение. По словам местных жителей, вода имела резкий неприятный запах. Затем вода пахла хлоркой, что свидетельствовало о принятии мер по её обеззараживанию.

Выездными бригадами Роспотребнадзора проводился регулярный контроль качества питьевой воды, воды открытых водоемов, в том числе контроль неорганизованных источников водоснабжения. С профилактической целью проводилась вакцинация населения и личного состава, участвующего в ликвидации ЧС.

Таблица 1

Нормы водопотребления населения в условиях ЧС

Вид водопотребления	Единицы Измерения	Количество
1. Питье	л/чел. в сутки	2,5/5,0
2. Приготовление пиши, умывание, в том числе:	л/чел. в сутки	7,5
- приготовление пищи и мытье кухонной посуды;	л/чел. в сутки	3,5
- мытье индивидуальной посуды;	л/чел. в сутки	1,0
- мытье лица и рук.	л/чел. в сутки	3,0
3. Удовлетворение санитарно-гигиенических потребностей человека и обеспечение санитарно-гигиенического состояния помещений	л/чел. в сутки	21,0
4. Выпечка хлеба и хлебопродуктов	л/кг	1,0
5. Прачечные, химчистки	л/кг	40,0
6. Для медицинских учреждений	л/чел. в сутки	50,0
7. Полная санобработка людей	л/чел.	45,0

Обеспечение населения питанием в соответствии с нормативами [1-5]:

- Определяется состояние мощностей по производству продуктов питания, пищевой и мясо-молочной промышленности, предприятий общепита и потребное количество пунктов питания, в том числе подвижных, с использованием возможностей войск.
- Выявляется потребность и возможность выпечки хлеба на сохранившихся мощностях хлебозаводов. В случае нехватки мощностей – использовать возможности армейских хлебопекарен.
- Определяется потребное количество продуктов и пути доставки.

Основной задачей продовольственной службы является организация своевременного, бесперебойного и высококачественного питания личного со-

става. Основной задачей хранения продовольствия, включенного в резерв для ликвидации ЧС, является обеспечение их количественной и качественной сохранности в течение всего периода хранения, а также обеспечение постоянной готовности к быстрой выдаче по предназначению. Нормы для расчёта продовольственных пайков представлены в таблице 2.

Таблица 2

Нормы физиологических потребностей в пищевых веществах и энергии для различных групп населения в условиях ЧС (в день)

Категории населения	Энергия, ккал	Белки, г.	Жиры, г.	Углеводы, г.
I. Пострадавшее население	2300	58	74	320
II. Спасатели, рабочие, разбирающие завалы при ведении спасательных работ, хирурги	4200	114	150	570
III. Другие категории участников ликвидации последствий землетрясения	3300	92	108	470

Обычно объем резерва материальных ресурсов для ликвидации ЧС рассчитывается органом управления субъекта РФ из расчета снабжения 5000 человек на трое суток.

В план централизованных поставок включается фондируемая продукция: мука, крупа, макаронные изделия, крахмал, мясные продукты, рыбные продукты, жиры, молочные продукты, яйцо, чай, сахар, печенье, шоколад, какао, табачные изделия, картофель и овощи свежие, зернофураж, черные и цветные металлы, лес, холодильники, полевые технические средства и другое имущество. Централизованно вопросами продовольственного обеспечения при ликвидации ЧС и мероприятий ГО занимаются службы материально-технического обеспечения. Основным источником обеспечения населения, а также группировки по ликвидации последствий ЧС продовольствием, техникой и имуществом являются централизованные ресурсы государства. Поставки продовольствия, техники и имущества производятся на основании плана поставок.

В городе Комсомольске-на-Амуре объем продовольственного резерва был увеличен, так как количество пострадавшего населения гораздо больше установленного норматива. Продовольствие так же как и вода распределялось и доставлялось населению затопленной территории на основе данных разведки. Для примера, рассмотрим вариант с сухими пайками. Состав их содержания несколько отличался от установленных норм: хлеб, рыбные консервы - 1 банка, тушенка, сгущенное молоко, печенье. Изменялся состав, в зависимости от имеющихся резервов на складах продовольственных ресурсов. Жители города приобретали в магазинах запасы продуктов длительного хранения. По-

ставки продовольствия осуществлялись авиатранспортом. Самолетами доставлялась гуманитарная помощь: детское питание, продукты быстрого приготовления и другие необходимые грузы.

На базе трех функционирующих предприятий общественного питания было организовано горячее питание. Горячую пищу три раза в день получали 480 эвакуированных граждан. Ежедневно для пострадавших жителей посёлков Менделеева, Хорпинский, Победа, Парковый выдавалось около 2 тысяч продовольственных пайков. Продовольственные пайки доставлялись местному населению на лодках, или жители сами получали их в пунктах социальной помощи.

Функционировал также подвижный пункт горячего питания (ППП), предназначенный для обеспечения личного состава штатных и нештатных аварийно-спасательных формирований, подразделений вооружённых сил и пострадавшего населения. ППП формируется на базе: предприятий общественного питания (столовых, кафе, ресторанов).

Пищу на ППП готовят в соответствии с утвержденной нормой довольствия и утверждённой калькуляцией. Для ускорения процесса подготовки котлов к следующей варке, пищу на ППП после приготовления перекладывают в термоса. ППП был развернут на Мылкинской дамбе. Он обеспечивал питанием военнослужащих, спасателей и добровольцев из числа местных жителей, участвующих в обеспечении аварийно-спасательных и других неотложных работ. ППП обеспечивал за 10 часов работы при 2-разовом питании горячей пищей 1200 человек.

Таким образом, анализ практического выполнения мероприятий по жизнеобеспечению населения в зоне чрезвычайной ситуации на примере наводнения в городе Комсомольск-на-Амуре показал, что наиболее сложной проблемой является обеспечение в полном объёме в соответствии с существующими нормативами хозяйствено-питьевых нужд пострадавших в сравнении с системой продовольственного обеспечения.

Литература

1. Закон Российской Федерации от 5 марта 1992 г. № 21 "О безопасности".

2. Федеральный закон РФ №68 от 21 декабря 1994 г. "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера".

3. ГОСТ 2874-82 "Питьевая вода. Гигиенические требования и контроль за качеством".

4. ГОСТ 18963-73. "Вода питьевая. Методы санитарно-бактериологического анализа».

5. ГОСТ 27488.3-88. "Защита продовольствия, пищевого сырья и кормов. Общие требования".

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АУДИТ ТЕХНОГЕННЫХ ФАКТОРОВ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ

А.А. Дулепова, З.И. Мельникова
Научный руководитель ***Л.Ю.Кудрявцева****, канд. техн. наук, доцент*
Череповецкий государственный университет
г. Череповец

В последние годы в крупных промышленных городах формируется техногенная среда обитания, обусловленная не только воздействием промышленных предприятий, но и техногенными воздействиями жизнеобеспечения города: большой концентрацией транспорта на дорогах и дворовых территориях, шумовым загрязнением, недостатком зеленых насаждений, несоблюдением экологических аспектов при объемно-планировочном формировании городов и т.д.

На промышленных предприятиях одним из способов нормализации экологической деятельности является разработка и внедрение системы экологического менеджмента, предполагаемого в дальнейшем оценку соответствия выполнения экологических мероприятий с использованием методов экологического аудита [1, 2].

Таким образом, представляет интерес возможность применения методов аудита для оценки экологических аспектов городской среды обитания.

Для практической реализации выбран Северный район г. Череповца, который отделяется от исторической части города железной дорогой и связан с Индустриальным районом путепроводом, а с Заягорбским – мостом через р. Ягорбу. Планировочная структура района представлена взаимно пересекающимися улицами, которые образуют разные по площади и конфигурации кварталы. Главными улицами района являются: Остинская, Пионерская, Молодежная, Окинина, Моченкова. На севере и западе район ограничен крупными транспортными магистралями: Северным и Кирилловским шоссе. Почти по всему периметру к жилой зоне примыкают промышленные и коммунальные объекты, в их число входят ЗАО «Череповецкий фанерно-мебельный комбинат», ЗАО «Череповецкая спичечная фабрика «ФЭСКО», ОАО «Череповецкий мясокомбинат» [3].

Анализ исходного состояния экологических аспектов техногенных воздействий в исследуемом районе показал, что в районе отмечается недостаток уличного и паркового озеленения, проявляется шумовое воздействие от промышленных предприятий и транспорта, существуют проблемы с вывозом твердых бытовых отходов, но более всего визуально отмечается большое количество автомобилей и неравномерность расположения парковок автотранспорта.

Транспортная связь промзоны в районе с жилыми застройками осуществляется по магистральным улицам – Северному и Кирилловскому шоссе. Ежедневно по этим улицам проходит большой поток транспортных средств, в том числе и грузовых. Таким образом, можно считать, что в среднем автомобиль имеет каждая вторая семья города Череповца. Общественный пассажирский транспорт в Северном районе представлен десятью автобусными маршрутами. Степень загруженности городских улиц автобусными маршрутами различная. Высокая загруженность на улицах Молодежная, Пионерская, Проезжая, Моченкова, Серов переулок, Каменный переулок.

Уровень автомобилизации в настоящее время составляет 165 легковых автомобилей на 1000 жителей, или 1 автомобиль на 6 жителей. На территории Северного района находятся организованные места для парковок (преимущественно у супермаркетов и автомобильных салонов) и гаражные кооперативы, которые располагаются на окраине исследуемого района. Подавляющая часть личных автомобилей размещается во дворах жилых домов, нередко на зелёных газонах и площадках отдыха. Это обстоятельство, прежде всего, ухудшает условия проживания населения. Автомобили оставляют также на проезжей части улиц, что затрудняет городское движение, становится одной из причин ДТП. Подобные “стоянки” занимают огромные площади городской территории, портя внешний облик городов. Таким образом, проблема недостаточного количества парковочных мест личного автотранспорта вносит негативный вклад в техносферную безопасность города.

Для оценки фактического состояния парковочных мест личного автотранспорта Северного района г. Череповца была разработана программа экологического аудита, состоящая из трех этапов [4]. На этапе подготовительных работ изучается нормативно-технический документ, выясняется правильное расположение открытых стоянок относительно жилых домов и общественных зданий, и определяется соответствие СП 42.13300-2011 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений» [5] состояние стоянок автотранспорта на территории исследуемого района. На основном этапе экологического аудита в ходе инвентаризации парковок на территории исследуемой части Северного района применяется картографический метод, который используется для определения маршрутов обзорных туров. В дополнение к нему применяется метод фотосъемки для более наглядного предоставления материалов. На заключительном этапе экологического аудита оценивается соответствие фактического состояния организованных парковок установленным нормам, оценивается состояние и причины образования неорганизованных парковок и разрабатываются возможные мероприятия по организации парковочных.

Обзорные туры по инвентаризации парковок (на основном этапе) на территории исследуемой части Северного района проводились по следующим

дням: вторник, четверг и воскресенье в разные промежутки времени – с 10 до 13, с 16 до 18 и с 19 до 21 часов.

По результатам обзорного тура выявлено, что максимальная занятость организованных парковочных мест наблюдается в выходные дни - воскресенье. Оценка фактического состояния и расположения организованных и неорганизованных парковок на соответствие требованиям СП 42.13300-2011 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений» представлена в таблице 1.

Таблица 1

Оценка фактического состояния и расположения организованных и неорганизованных парковок

Наименование улицы	В соответствии с СП 42.13300-2011					
	Расстояние от жилого дома , м		Расстояние от общественных з даний, м		Расстояние от общеобразовательных учреждений, м	
	Фактическое	Допустимое	Фактическое	Допустимое	Фактическое	Допустимое
Автостоянка №1 (Кирилловское шоссе)	150	10-35	50	10-25	1000	15-50
Автостоянка №2 (Северное шоссе)	100	10-35	1000	10-25	1000	15-50
Автостоянка №3 (Северное шоссе)	100	10-35	500	10-25	1000	15-50

Анализ данных, представленных в таблице 1, показывает, что на территории исследуемой части Северного района организованные парковки отвечают требованиям СП 42.13300-2011 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений». Одновременно было выявлено, что кроме организованных парковок существуют неорганизованные. Анализ состояния неорганизованных парковок на исследуемой территории на соответствие требованиям СП 42.13300-2011 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений» представлен в таблице 2.

Результаты обзорных туров, представленные в таблице 2, показали, что ни на одной улице исследуемых участков расстояние от неорганизованных стоянок при числе автомобилей 11-50, до жилых домов, общественных зданий, общеобразовательных учреждений меньше, чем установлено требованиями СП 42.13300-2011 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений».

Таблица 2

Анализ состояния неорганизованных парковок на исследуемой территории

Наименование улицы	В соответствии со СП 42.13300-2011 при числе автомобилей 11-50					
	Расстояние от жилого дома, м		Расстояние от общественных зданий, м		Расстояние от общеобразовательных учреждений, м	
	Фактическое	Допустимое	Фактическое	Допустимое	Фактическое	Допустимое
ул. Партизана Окинина	10-12	10-15	6-9	10-12	-	25
ул. Ветеранов	6-7	10-15	6-8	10-12	-	25
ул. Северное шоссе	7-8	10-15	5-8	10-12	10-20	25
ул. Молодежная	7-9	10-15	5-7	10-12	-	25
ул. Пионерская	8-10	10-15	7-9	-12	15-17	25
ул. Остинская	1-2	10-15	7-9	-12	> 25	25

Использование метода фотосъемки, дало возможность наглядно оценить фактическую ситуацию по неорганизованным парковкам автомобилей в запрещенных местах, на детских площадках, на газонах и т. д.

По результатам обзорных туров выявлено, что организованные парковки соответствуют, а неорганизованные не соответствуют требованиям СП 42.13300-2011 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений».

Для увеличения числа организованных парковок в Северном районе г. Череповца требуется разработка и проведение программы мероприятий.

Литература

1. ГОСТ Р ИСО 14001-2007. Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению [Текст]. – М., 2007.

2. ГОСТ Р ИСО 19011 – 2012. Руководящие указания по аудиту систем менеджмента [Текст]. – М., 2013.

3. Город Череповец: генеральный план городского округа, современное состояние территории - Том I [Текст]. – СПб., 2005.

4. Кудрявцева Л.Ю. Экологический менеджмент и экологический аудит. Практические работы: учебно-метод. пособие [Текст]/Л.Ю. Кудрявцева. – Череповец: ГОУ ВПО ЧГУ, 2007. – 29 с.

5. СП 42.13300.2011. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. - М., 2011.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ АВАРИЙНОСТИ В СИСТЕМАХ КОММУНАЛЬНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ СТАБИЛИЗАЦИИ ВОДЫ В ПРОЦЕССЕ ВОДОПОДГОТОВКИ

Ю.Г. Засядьвовк

Научный руководитель ***Е. А. Лебедева****, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Надежность работы и физическая целостность трубопроводов систем централизованного водоснабжения городов и поселков зависит от химических характеристик транспортируемой воды. Стабильность - один из основных показателей качества воды, определяющих ее коррозионную активность. Практика эксплуатации водопроводных сетей показывает, что наиболее частой причиной аварий и прорывов труб является коррозия. Нарушение стабильности воды может быть вызвано содержанием в ней свободной углекислоты. Мероприятия по дегазации воды, подаваемой в сети, позволяют снизить масштабы коррозии водопроводных труб, повысить надежность системы водоснабжения в целом.

Цель данной работы заключается в поиске метода для разработки технологических решений по стабилизации воды на станции водоподготовки для снижения ее коррозионной активности в водораспределительных сетях.

К факторам влияния на содержание свободной углекислоты в воде относятся температура, сумма ионов (сухой остаток), концентрация водородных ионов (pH) щёлочность. Зависимость влияния температуры приведена на рисунке 1. Зависимость показывает: чем выше температура, тем концентрация свободного CO_2 ниже.

Увеличение присутствия в воде различных ионов (сухой остаток) снижает содержание CO_2, (табл. 1).

Влияние pH связано с существующим в природных водах равновесием между различными формами угольной кислоты:

$$H_2O+CO_2=H_2CO_3=H^++HCO_3^-=H^++CO_3^{2-}\ .$$

Одновременно все формы угольной кислоты в воде присутствовать не могут. Устойчивые системы:

CO_2+H_2O; $CO_2+HCO_3^-$; HCO_3^-; $HCO_3^-+CO_3^{2-}$; $CO_3^{2-}+OH^-$.

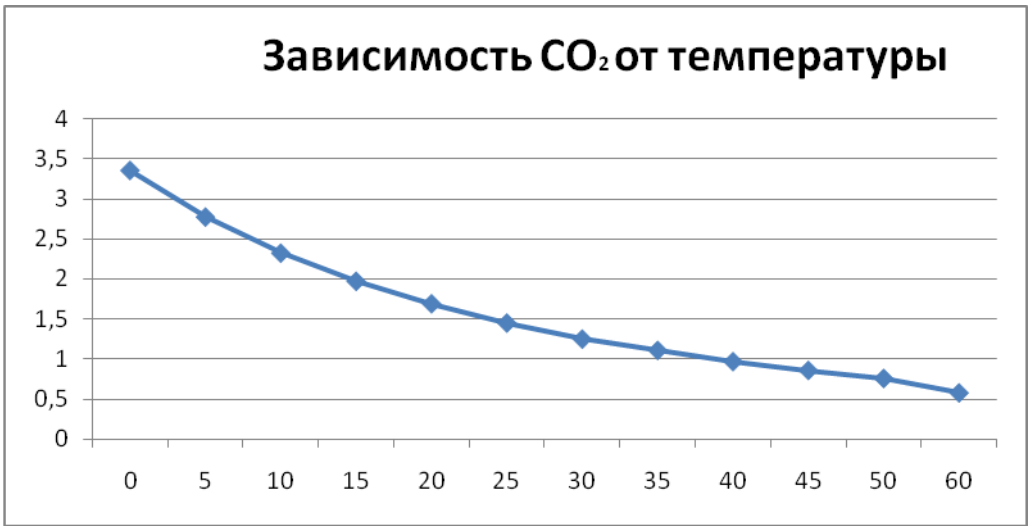


Рис.1. Влияние температуры на растворимость CO_2.

Таблица 1

Влияние солесодержания на концентрацию свободного CO_2

Сухой остаток, мг/л	100	200	300	400	500	750	800
Коэф. изменения концентрации CO_2	1,05	1,00	0,96	0,94	0,92	0,87	0,8

Концентрация свободного CO_2 находится в прямой зависимости от концентрации ионов H^+, а содержание HCO_3^- в обратной зависимости, то есть, чем ниже pH, тем содержание растворённого CO_2 выше. С повышением pH концентрация свободного CO_2 уменьшается. При pH =8,3-8,4 в воде свободный CO_2 отсутствует.

При наличии щёлочности наблюдается следующее: с повышением температуры растворимость CO_2 в воде уменьшается, и поэтому наблюдается увеличение содержания CO_3^{2-}, который реагирует с ионами кальция: $Ca^{2+}+CO_3^{2-} = CaCO_3$. Таким образом уменьшается содержание составных частей карбонатной системы. Коррозионная активность. Воды, содержащие избыток свободной углекислоты (CO_2) над равновесным, относятся к агрессивным, вызывающим коррозию металлических труб и приводят к повышенной аварийности водоводов. Воды, содержащие избыток (над равновесным) ионов HCO_3^{2-} (с высокой щелочностью), являются нестабильными и приводят к отложению карбонатов на стенках трубопроводов. Это снижает пропускное се-

чение труб и является причиной высоких энергозатрат на перекачку воды из-за увеличения потерь напора при движении жидкости.

Дегазация - процесс удаления из воды растворенных в ней газов (в данном случае углекислого газа), обуславливающих или усиливающих коррозионные свойства воды. Выбор метода дегазации определяется в основном формой и концентрацией удаляемого газа в исходной воде. В практике водоподготовки известны следующие методы дегазации воды, в основу классификации которых положен принцип воздействия на обрабатываемую воду: физический - изменение температуры воды или парциального давления удаляемого газа - это отдувка или аэрация; химический - связывание растворенных газов путем добавления реагентов; биохимический - использование окислительной способности микроорганизмов; сорбционно-обменный - извлечение удаленных газов путем фильтрования через сорбционно-обменные материалы.

Для дегазации воды, которая используется для хозяйственно-питьевых целей населением, наиболее приемлем физический метод, то есть аэрация воды сжатым воздухом. Парциальное давление газов в атмосферном воздухе близко к нулю, поэтому создаются благоприятные условия для диффузии свободного углекислого газа, присутствующего в обрабатываемой воде, в пропускаемый через нее воздух. Вода аэрируется в специальных дегазаторах. Наиболее практичны для применения дегазаторы в виде колонны, в которых дегазируемая вода омывается встречным потоком воздуха, подаваемого компрессором. Воздух с удаленным из воды газом отводится из верхней части дегазатора в атмосферу, а дегазированная вода поступает на дальнейшую обработку. Этот метод и исследовался на экспериментальной модели.

Схема модели для изучения процессов аэрации воды приведена на рис.2. Аэрационная колонна представляет собой емкость цилиндрической формы с внутренним диаметром 500 мм и высотой 5 метров с установленным внутри дисковым аэратором AFD 350, трубопроводами подачи-отвода воды и воздуха (рис. 2). Высота столба воды над аэратором 4 метра. Замер расходов осуществляется с помощью расходомеров. На данной колонке была проведена серия опытов при различных условиях.

Концентрация углекислоты определялась лабораторным методом по методике РД 52.24.515-2005 «Массовая концентрация диоксида углерода в поверхностных водах суши. Методика выполнения измерения титриметрическим и расчетным методами».

В серии опытов определялась возможность удаления CO_2 из воды методом аэрации: вода в колонке находилась в статическом состоянии, воздух подавался с расходом 5,64 м³/час. Продолжительность аэрации составляла 12 минут. Далее менялось соотношение объёма воды и расхода воздуха. Полученные результаты удаления углекислоты из воды методом аэрации,

представлены в таблице 2. Максимальное снижение концентрации CO_2 составило 76,2 % (табл. 2).

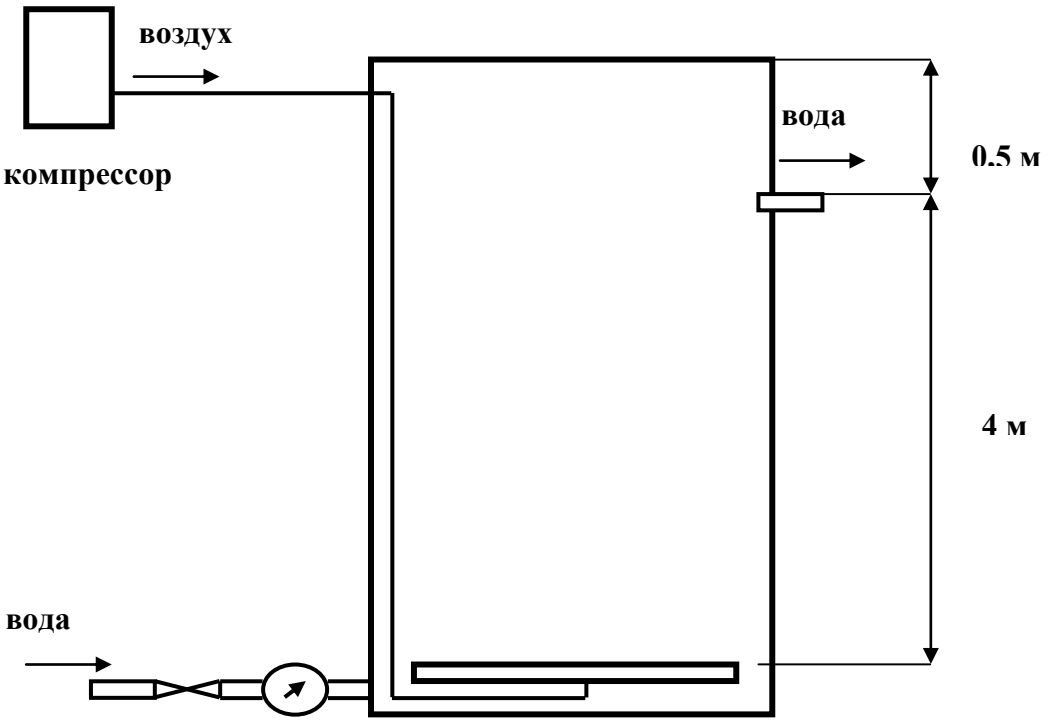


Рис. 2. Схема модели

Таблица 2

Результаты экспериментов

Номер опыта на модели	1	2	3	4	5
Интенсивность аэрации, л/с*м^2	21.5	21.5	43.0	23.3	21.5
Эффективность дегазации, %	62,0	60.1	51,2	76,2	47,3

Анализ результатов проведённых экспериментов свидетельствует о высокой эффективности дегазации воды от свободного CO_2 аэрацией и позволяет приступить к разработке технологических решений по стабилизации воды в процессе подготовки на водопроводных очистных сооружениях для снижения её коррозионной активности.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 51232-98. Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества Режим доступа: http://www.gosthelp.ru /gost/gost8951.html.

2. Химическая энциклопедия. - М.: Советская энциклопедия, 1990.- Т. 2.- С. 145.

3. Журба М.Г., Соколов Л.И., Говорова Ж.М. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. В 3 т.- М.: Изд-во АСВ, 2010.

Секция «ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ»

ЗАДАЧИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ЭКОЛОГИИ НА ОБЪЕКТАХ ЭНЕРГЕТИКИ

Е. Л. Ананьина
Научный руководитель ***С.Л. Шишигин****, д-р техн.наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Электромагнитная экология – раздел экологии, изучающий взаимодействие человека и биосферы с электромагнитными полями (ЭМП). Основной проблемой, рассматривающейся в рамках этой науки, является электромагнитное загрязнение (ЭМП антропогенного происхождения или электромагнитный смог) - состояние электромагнитной обстановки, характеризуемое наличием в атмосфере ЭМП повышенной интенсивности, создаваемых техногенными и природными источниками излучения. К задачам электромагнитной экологии относятся: разработка и создание защитных мероприятий и средств защиты от негативного действия ЭМП на биосферу; нормирование ЭМП; расчетное прогнозирование электромагнитной обстановки; проектирование и размещения источников ЭМП.

Среди отраслей промышленности электроэнергетика выделяется своим масштабом воздействия на электромагнитную обстановку окружающей среды. Влияние энергетических объектов на биосферу усиливается в связи с развитием электрических сетей сверхвысокого напряжения (СВН) 500—750 кВ и освоением ультравысокого напряжения (УВН) 1150 кВ и выше, ростом токов, дальности электропередач. Среди объектов электроэнергетики наибольшее влияние на человека оказывают воздушные линии (ВЛ) из-за большой протяженности (более 200 тыс. км ВЛ 110 кВ и 100 тыс. км ВЛ 220 кВ в нашей стране), а также отсутствием ограждений, препятствующих нахождению человека, животных в непосредственной близости к высоковольтным проводам.

Биологические исследования показали, что организмы самых различных видов – от одноклеточных до человека – чувствительны к ЭМП различных частот. Например, медицинское обследование персонала, длительно работающего вблизи энергетических объектов, показало, что электромагнитное поле промышленной частоты вызывает у человека повышенную утомляемость, понижение артериального давления, падение частоты пульса, в сердце возникают резкие боли, сопровождающиеся сердцебиением и аритмией.

Контролируемыми параметрами ЭМП при оценке их воздействия на окружающую среду являются напряженность электрического поля (Е) и напряженность магнитного поля (Н). Их предельно допустимые нормы установлены в СНиП 2.01.07-89, СНиП №2971-84, СанПиН 2.1.2.1002-00, СанПиН

2.2.4.1191-03 и ГН 2.1.8/2.2.4.2262-07. В частности, допустимая напряженность электрического поля (на высоте h=1,8 м) не должна превышать 5 кВ/м для населенной местности и на рабочих местах. Напряженность 1 кВ/м допускается на границах жилых застроек, напряженность 0,5 кВ/м, сопоставимая с напряженностью электрического поля Земли, считается безопасной для человека на протяжении длительного периода. Аналогичные нормы установлены и для магнитного поля.

Таким образом, для решения задач электромагнитной экологии требуется определить параметры электромагнитного поля вблизи ВЛ. Наибольший интерес представляют характеристики поля в середине пролета, где (вследствие провисания проводов) расстояние от провода до земли минимально, поэтому напряженность достигает максимального значения. Электрическое и магнитное поле здесь двумерное. Существуют стандартные формулы для расчета потенциала и напряженности провода с использованием декартовой системы координат [1]. Однако более компактные и удобные для численной реализации в системе MathCAD получаются с использованием комплексной формы записи [2]. Пример расчета электромагнитных полей ВЛ в задачах электромагнитной экологии приведен в [3].

На человека доминирующую роль играют индуцируемые ЭМП токи, протекающие через его тело. Это определяется высокой проводимостью тела человека, где преобладают органы с циркулирующей в них кровью и лимфой.

Протекая через тело человека, электрический ток производит термическое, электролитическое, механическое и биологическое действия.

Термическое действие тока проявляется в ожогах отдельных участков тела, нагреве до высокой температуры кровеносных сосудов, нервов, сердца, мозга и др. органов, находящихся на пути тока, что вызывает в них серьезные функциональные расстройства (т. е. расстройства специфической деятельности органов).

Электролитическое действие тока выражается в разложении органической жидкости, в т. ч. крови, что сопровождается значительными нарушениями ее физико-химического состава.

Механическое действие тока проявляется в возникновении значительного давления в кровеносных сосудах и тканях организма при испарении крови и др. жидкости, а также в смещении и механическом напряжении их под влиянием электродинамических сил. При этом могут произойти тяжелые повреждения различных тканей и сосудов.

Биологическое действие тока проявляется в раздражении внутренних биоэлектрических процессов, протекающих в нормально действующем организме и теснейшим образом связанных с его жизненными функциями.

В настоящее время экспериментами на животных и людях-добровольцах установлено, что плотность тока проводимостью 0,1 мкА/см и ниже не влияет на работу мозга, так как импульсные биотоки, обычно протекающие в мозгу, существенно превышают плотность такого тока проводимости.

При плотности тока проводимостью 1 мкА/см в глазах человека наблюдается мелькание световых кругов, более высокие плотности токов уже захватывают пороговые значения стимуляции сенсорных рецепторов, а также нервных и мышечных клеток, что ведет к появлению испуга, непроизвольным двигательным реакциям.

В случае касания человека к изолированным от земли объектам в зоне электрического поля значительной интенсивности, плотность тока в зоне сердца сильно зависит от состояния «подстилающих» условий (вида обуви, состояния почвы и т. д.), но уже может достигать этих величин. Следовательно, в рамках электромагнитной экологии, в зоне ВЛ необходим расчет тока, протекающего через тело человека.

Определению количественных параметров тока через тело человека в ЭМП уделяли внимание многие ученые. Считается, что человек находится в равномерном электрическом поле, так как поле ВЛ вблизи земли слабо отличается от равномерного. На заземленном проводнике или, что в данном случае равнозначно, на теле человека электрическое поле будет индуцировать электрический заряд, для определения которого требуется представить человека в наиболее удобной форме для расчета.

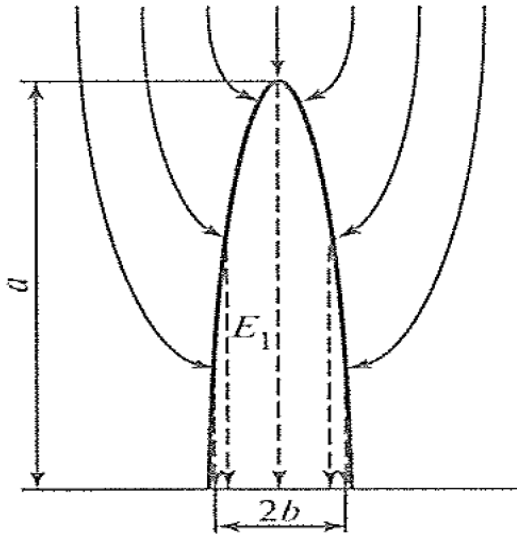


Рис. 1. Расчетная модель человека, предложенная профессором П.А.Долиным

В работах Пресмана А.С тело человека приближенно рассматривается как гомогенный проводящий эллипсоид. Профессор Долин П.А. усовершенствовал эту модель и в качестве тела человека рассматривает половину вытянутого эллипсоида вращения (овоида), стоящего на земле так, что большая полуось его перпендикулярна поверхности земли, материал элипсоида однородный [5]. Размеры половины эллипсоида эквивалентны телу человека среднего роста - длина большой полуоси а равна 1,7 м., длина малой полуоси составляет b=0,14 м. (рис 1). При таких параметрах стекающий с эллипсоида в землю ток в поле с напряженностью 1 кВ/м при 50 Гц равен 12 мкА.

Ученые развивали модель тела человека, например, японские ученые использовали модель в виде осесимметричного проводящего тела (пешка) (рис. 2).

Более приближенная к реальной модель была разработана в НИИПТ (г. Санкт-Петербург). Она представляет человека как объединение базовых геометрических фигур, из которых можно строить модели в разных позах (рис.3). При расчетах по такой модели получено, что полный стекающий в землю ток

на частоте 50 Гц равен 15,8 мкА при напряженности внешнего однородного поля 1 кВ/м.

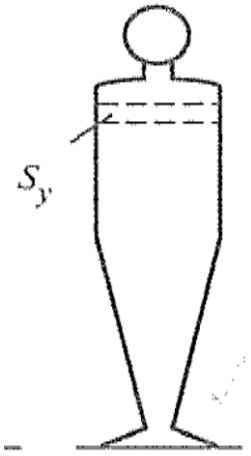


Рис. 2. Расчетная модель человека в виде «пешки»

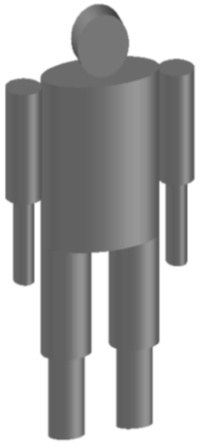


Рис. 3. Расчетная модель, предложенная НИИПТ (г. Санкт-Петербург)

В настоящее время ведутся работы по усовершенствованию моделей тела человека, учитывающие все анатомические особенности, электрические свойства тканей и органов, позволяющие наиболее точные, удобные, простые расчеты тока, индуцируемые ЭМП объектов энергетики.

Вывод.

Рассмотренные в данной статье расчеты параметров ЭМП поля и тока, протекающего внутри тела человека, помогут в решении основных задач электромагнитной экологии. В частности, разработать наиболее эффективные защитные мероприятия и средства защиты от негативного действия ЭМП, использовать источники ЭМП в наиболее безопасном режиме, прогнозировать и изменять электромагнитную обстановку вблизи энергетических объектов (за счет увеличения расстояния от источника поля и экранирование источника поля или защищаемого объекта).

Литература

1. Защита биосферы от влияния электромагнитных полей / Е.С. Колечицкий, В.А. Романов, В.Г. Карташов. - М.: МЭИ, 2008.

2. Шишигин С.Л. Теоретические основы электротехники. Часть III. Методические указания к расчетно-графическим работам по теме «Расчет электрических полей воздушных линий электропередач». - Вологда: ВоГТУ, 2012.

3. Ананьина, Е. Л. Расчеты электромагнитных полей в задачах электромагнитной экологии / Е. Л. Ананьина; науч. рук.: С. Л. Шишигин // Материалы VI ежегодной научной сессии аспирантов и молодых ученых по отраслям наук: в 2 т. Т. 1. Технические науки / ВоГТУ. - Вологда, 2012. - С. 93-98.

4. Основы техники безопасности в электроустановках / П.А. Долин. - М.: Знак, 2003.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ЛЕТУЧИХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В КОРОННОМ РАЗРЯДЕ

А.В. Аверьянов
Научные руководители: ***Л.М. Воропай****, канд. хим. наук, доцент,*
Е.Б. Гительман*, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В состав вентиляционных и технологических выбросов производственных предприятий входят неорганические и органические соединения, относящиеся к различным классам опасности. Наиболее известны способы и методы очистки газовоздушной смеси (ГВС) с последующей вторичной утилизацией неорганических примесей. Процессы удаления из ГВС разного рода органических соединений менее изучены. В настоящее время для очистки вентиляционных и технологических выбросов от органических соединений широко используются способы термического и каталитического дожигания, а также абсорбции и адсорбции [1].

Каждый из этих способов, в зависимости от области применения, имеет свои достоинства и недостатки. Наиболее значимыми недостатками, которые ограничивают применение указанных способов, являются невысокая эффективность очистки (70 – 75 %); высокое энергопотребление и использование больших количеств природных и искусственных материальных сред (воды, сорбентов, реагентов в целом); вторичное загрязнение окружающей среды (воздуха, промышленных сточных вод, почвы) продуктами абсорбции, адсорбции и сжигания, которые нередко относятся к I, II, III классам опасности; высокая селективность (избирательность) процессов по отношению к сорбентам, которая затрудняет регулирование технологических процессов газоочистки.

В связи с этим была поставлена цель разработать наиболее эффективный и менее энергозатратный безреагентный способ очистки вентиляционных газовых выбросов от органических соединений путем ионизации.

В качестве энергетического фактора для процессов очистки ГВС путем её окисления используется энергия коронного разрядов, которая обеспечивает глубокое окисление органических соединений до углекислого газа и воды за счет конверсии продуктов реакции.

Эффективность окисления с помощью коронного разряда зависит от напряженности поля, которая определяется длиной искрового промежутка [3]. Этим фактором можно воспользоваться для регулирования процессов окисления, интенсивность которых зависит от концентрации образовавшегося озона в зоне реакции. Упрощенная схема образования активных частиц, которая

также включает наиболее вероятные реакции окисления за счет коронного разряда, следующая [4]:

$RH+O_2 \rightarrow R^{\bullet} + H_20$;

$R^{\bullet}+{}^{\bullet}OH \rightarrow ROH$;

$R^{\bullet}+O_2 \rightarrow RO_2$;

$RO^{\bullet}_2+RH \rightarrow ROOH+R^{\bullet}$;

$RH+OH \rightarrow R^{\bullet}+H_2O$;

$ROOH \rightarrow RO^{\bullet}+OH$;

$R^{\bullet}+R^{\bullet} \rightarrow R\text{-}R$.

В зоне стримерной короны образуются атомарный кислород, ОН – радикалы и озон в концентрации не менее 10^{-16} $см^3$, которая необходима для последующих реакций окисления [3].

Под влиянием короны образуются активные частицы, которые вызывают окисление органических соединений. Установлено, что эффективность процессов окисления зависит от концентрации озона. Процессы образования озона зависят от напряжения в межэлектродном промежутке [2].

С целью стабилизации процессов глубокого окисления органических соединений сначала воздух аспирируют через ионизационную камеру; при этом образуются активные частицы в виде радикалов, ионов, озона и свободных электронов с энергией достаточной (15-20эВ) для дальнейших процессов окисления органических соединений. При концентрации озона в воздухе рабочей зоны камеры не менее 3,8 $г/м^3$ начинаются процессы окисления органических соединений и проводится аспирация модельной ГВС.

Эксперимент был выполнен на опытной модельной установке. С помощью аспиратора газовоздушная смесь подается в ионизационную камеру и в окисленной форме поступает в поглотители Зайцева, в которых находится абсорбент.

Основными конструктивными элементами установки являются ионизационная камера с электродами, блока управления процессом очистки, и электродвигатель. Электроды выполнены из материалов, которые сами выполняют функцию катализаторов реакции окисления органических примесей. Для равномерного перемешивания газовоздушной смеси в зоне ионизации и для увеличения её объема один из электродов вращается относительно другого.

Эффективность газоочистки определяется по разности концентраций загрязняющих веществ в пробах до и после окисления. При этом пользовались методами фотоэлектроколориметрии, pH-метрии, титрования.

Экспериментальным путем установлена зависимость эффективности окисления от времени стабилизации рабочей зоны камеры и от её рабочего объема. Полученные экспериментальные данные представлены на рис. 1.

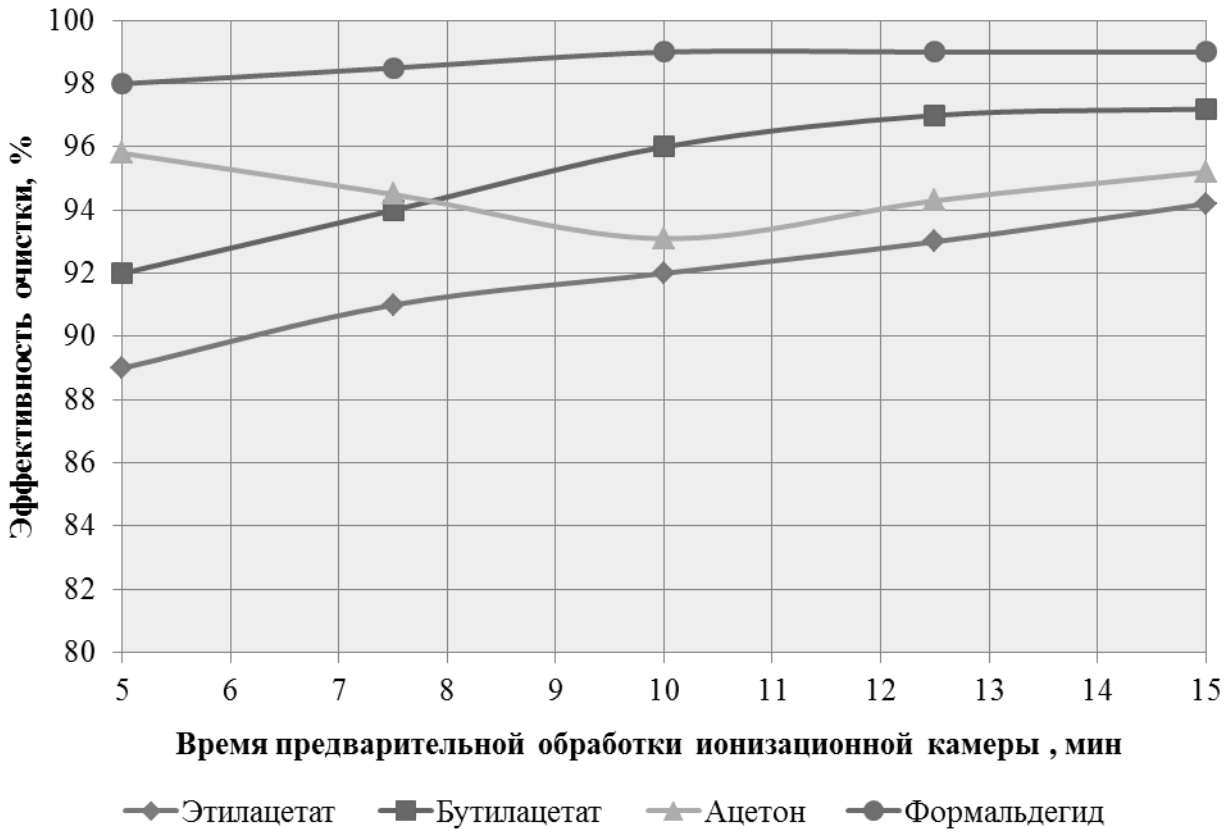


Рис. 1. Зависимость эффективности окисления от времени ионизации рабочей зоны камеры

Анализ полученных данных показывает, что для более глубокого окисления смеси необходимое время стабилизации составляет 10-15 мин. При этих условия эффективность окисления равна 92-99%. Из полученных данных следует, что интенсивность окисления органических соединений зависит от концентрации радикалов, ионов, атомов кислорода в смеси. При увеличении концентрации данных частиц скорость реакции окисления возрастает. Для более полной ионизации рабочей зоны камеры необходимое время предварительной обработки коронным разрядом составляет 10 – 15 минут.

При процессах очистки существенное значение имеют технологические рабочие параметры ионизационной камеры. Экспериментальным путем установлено, что эффективность окисления зависит от длины искрового промежутка между электродами, который, в конечном итоге, определяет напряжение искрового разряда и, следовательно, объем ионизирующих частиц (радикалов, ионов, атомов). Зависимость эффективности окисления от длины искрового промежутка представлена на рис. 2.

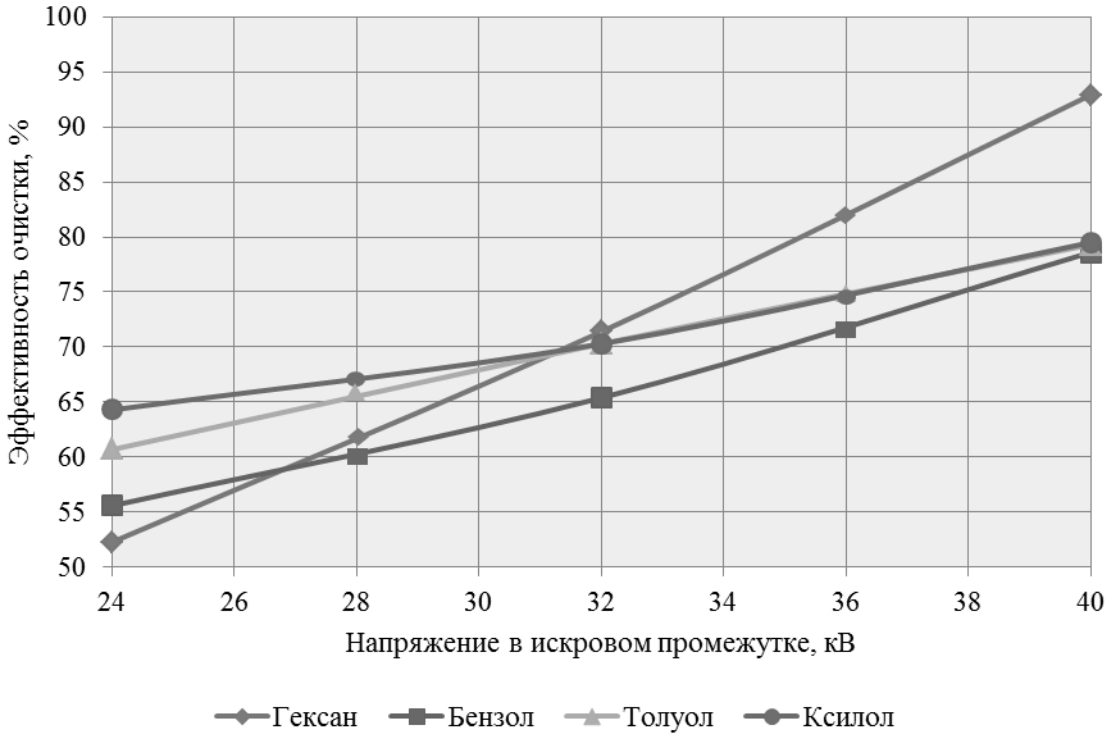


Рис. 2. Зависимость эффективности окисления от величины напряжения в искровом промежутке

Из полученных результатов следует, что при увеличении длины искрового промежутка от 15 до 45 мм эффективность окисления всех органических веществ возрастает, и максимальное её значение наблюдается при промежутке 45 мм, то есть при напряжении 40 кВ.

Таким образом, описанный в данной работе способ очистки ГВС коронным разрядом позволяет проводить финишную очистку газовоздушной смеси от органических соединений методом их глубокого окисления до углекислого газа и воды при меньших энергетических затратах. Установка с использованием коронного разряда является более безопасной, т.к. в ней исключается воспламенение газовоздушной смеси [5,6]. Предлагаемый способ очистки является безреагентным, позволяет задавать рабочие параметры процессов окисления, не требует сложного технического обслуживания, дополнительных инженерных коммуникаций и технологического оборудования. Данные преимущества являются значимыми при дальнейшем внедрении ионизационного способа очистки газовоздушной смеси от органических примесей в производство на стадии финишной очистки.

Литература

1. Штокман Е.А. Очистка воздуха: учеб пособие. – М.: Издательство ассоциации строительных вузов, 2007. – 312 с.

2. Токарев А.В. Сравнительные характеристики синтеза озона в коронных разрядах // Вестник КРСУ. – 2008. – №10. – С.106-110.

3. Понизовский А.З., Гостеев С.Г., Маевский В.А., Филиппов С.Н. Применение низкотемпературной неравновесной плазмы для очистки вентвыбросов от вредных газообразных примесей // Экология и промышленность России. –2012. – № 6. – С. 4-9.

4. Ермоловский А.В., Голованчиков А.Б., Остроухов С.Б., Дулькина Н.А. Использование коронного разряда для увеличения степени очистки газовой среды от летучих органических соединений // Химическая промышленность сегодня. –2004. – № 4. – С. 53-56.

5. Пат. 2174042 Российская Федерация, МПК^{7}B01D53/32. Способ очистки газовых выбросов от органических соединений методом ионизации / Воропай Л.М., Гительман Е.Б., Мальцева С.Б., Груздева С.В., Сафонов В.В., Шорин В.А.; заявитель и патентообладатель Вологодский государственный технический университет. – № 99122987/12; заявл. 01.11.1999; опубл. 27.09.2001. –Б.и. – 2001.

6. Об очистке газовых выбросов от органических соединений методом ионизации / С. В. Игнашева, Е. Б. Гительман, Л.М. Воропай [и др.] // Повышение эффективности теплообменных процессов и систем: материалы III Международной науч.-техн. конф., 20-23мая2002 г. ВоГТУ. – Вологда, 2002. – С. 166-172.

ПРОБЛЕМА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТЬЮ

М.А. Апанасенко

Научный руководитель ***Л.Г. Рувинова****, д-р биол. наук, профессор*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Целлюлозно-бумажная промышленность относится к ведущим отраслям народного хозяйства, так как Россия располагает огромными лесосырьевыми ресурсами. Кроме того велика потребность в продукции этой отрасли, как в России, так и за рубежом, и это определяет большой объём выпускаемой продукции. Однако по воздействию на окружающую среду эта отрасль остаётся одной из проблемных по величине токсичных выбросов в атмосферу и сбросов в воду, а также экологической опасности для природной среды [1].

Цель данной работы – провести анализ твердых производственных отходов ООО «Сухонский ЦБК».

Задачи:

- изучение динамики объема и состава твердых производственных отходов ООО «Сухонский ЦБК»;

- изучение обращения с твердыми отходами на предприятии, их хранения и утилизации.

Объект исследования – общество с ограниченной ответственностью «Сухонский ЦБК», расположено в г. Соколе на одной промплощадке по адресу ул. Советская, д. 129.

Для оценки влияния данного предприятия на окружающую среду применялись следующие методы:

1. Сравнительно-аналитический – применялся при сравнительной характеристике уровней и объемов образования отходов.

2. Статистический – использовался при составлении таблиц, характеристике объемов и источников загрязнения.

3. Лабораторный – состав твердых производственных отходов изучается в собственной лаборатории предприятия.

Основные виды деятельности: производство упаковочных видов бумаги и твердых древесно-волокнистых плит. Производство делится на основное и вспомогательное.

В основное производство входят древесно-подготовительный цех, цех по производству бумаги, 2 цеха по производству твердых древесно-волокнистых плит. Во вспомогательное - ТЭЦ, транспортный цех, ремонтные цеха, автозаправочная станция, складское хозяйство, административно-хозяйственный цех.

«Сухонский ЦБК» выпускает тарный картон и твердые древесно-волокнистые плиты, применяя вторичное сырье – макулатуру и древесные отходы. Вырабатывая продукцию из вторичных ресурсов, предприятие тем самым снижает негативное воздействие на окружающую среду от размещения образующихся отходов производства и потребления [2].

В настоящее время Сухонский ЦБК занимает лидирующие позиции в производстве бумаги для гофрирования, картона для плоских слоев и древесно-волокнистой плиты [4].

В процессе хозяйственной деятельности предприятия образуются отходы производства и отходы потребления 73 видов. Большая часть составляет отходы бумаги и картона, щепы натуральной древесины, отходы от сортирования макулатурной массы, от очистки сепараторов цехов ТДВП (табл. 1) [2, 3].

Таблица 1

Состав и динамика образования твердых отходов предприятия за 2004 и 2010 годы [2, 3]

Принадлежность отходов	Наименование отхода	2004 год (т)	2010 год (т)
Всего отходов:		11128,505	292618,683
Отходы производства	Кислота аккумуляторная серная отработанная	0,667	0,694
	Масла моторные отработанные	0,476	0,337
	Масла трансмиссионные отработанные	0,055	0,174
	Масла индустриальные отработанные	0,118	0,384
	Масла турбинные отработанные	2,160	2,160
	Масла дизельные отработанные	0,019	0,020
	Синтетические и минеральные масла	0,119	
	Нефтешлам при зачистке резервуаров	28,388	
	Аккумуляторы свинцовые отработанные неразобранные со слитым электролитом	2,203	2,784
	Обтирочный материал, загрязненный маслами (содержание масел 15 % и более)	0,309	0,461
	Опилки древесные, загрязненные минеральными маслами (содержание масел 15 % и более)	1,725	0,144
	Шпалы железнодорожные деревянные, пропитанные антисептическими средствами отработанные и брак	8,250	8,250
	Нейтрализованный электролит	0,894	
	Покрышки отработанные	0,832	18,461
	Шлак сварочный	0,979	0,927
	Отработанные картриджи	0,054	
	Отработанные клавиатура и манипулятор «мышь»	0,039	
Отходы производства	Обрезки, кусковые отходы древесно-стружечных и/или древесно-волокнистых плит, содержащих смолы в количестве от 0,2 до 2,5% включительно	267,788	787,450
	Отходы изоляционных материалов	1,008	
	Отходы полимерных материалов из размалывающих устройств	0,125	0,125
	Лом цветных металлов	2,339	3,238
	Лом черных металлов несортированный	57,851	68,586
	Тормозные колодки отработанные	0,023	0,143
	Остатки и огарки стальных сварочных электродов	1,088	3,387
	Абразивные круги отработанные, лом отработанных абразивных кругов	0,589	0,589

Продолжение табл. 1

	Древесные отходы из натуральной чистой древесины несортированные	75,600	75,600
	Опилки и стружки натуральной чистой древесины	42,000	14,000
	Отработанные металлические сетки	7,793	
	Отходы щепы натуральной чистой древесины	4982,972	9416,802
	Обрезки резины (отработанные транспортерные ленты)	2,072	
	Отходы смешанного волокна	0,770	0,315
	Отходы от чистки сепаратора цехов ТДВП	3303,550	5199,667
	Осадок из отстойников цехов ТДВП	1,880	3650,720
	Грубые примеси от чистки емкостей	4,000	436,774
	Уловленное волокно	267,100	
	Отходы от сортирования макулатурной массы	1746,846	7526,400
	Пластмассовая незагрязненная тара, потерявшая потребительские свойства	16,530	90,788
	Отходы упаковочной бумаги незагрязненные	2,068	
	Металлические бочки из-под силикатного клея	0,300	
	Полиэтиленовая тара, поврежденная	1,851	26,286
	Упаковочный материал от медикаментов	0,117	
	Отходы смешанного волокна (отработанные сукна)	3,177	
	Масла гидравлические отработанные, не содержащие галогены		0,120
	Остатки дизельного топлива, потерявшего потребительские свойства		0,186
	Отходы рубероида		0,300
	Отходы абразивных материалов в виде пыли и порошка		3,145
	Пластмассовые бочки из-под силикатного клея		0,423
	Золошлаки от сжигания кокса		2,400
	Отходы бумаги и картона		260729,158
	Отходы стекловолокна		0,300
	Бой шамотного кирпича		1,500
Отходы производства	Отходы, содержащие оцинкованную сталь в кусковой форме		0,400
	Ионообменные смолы для водоподготовки, потерявшие потребительские свойства		1,008

Окончание табл. 1

	Резиновые изделия незагрязненные, потерявшие потребительские свойства		7,536
	Отходы полиэфирного волокна и нитей		0.895
	Отходы изолированных проводов и кабелей		0,100
	Кек		4089,852
	Другие	0,048	0,225
Отходы потребления	Ртутные лампы, люминесцентные ртутьсодержащие трубки отработанные и брак	0,352	0,397
	Медицинские отходы (использованные одноразовые шприцы и иглы обеззараженные)	0,013	0,014
	Медицинские отходы (использованный перевязочный материал обеззараженный)	0,070	0,014
	Отходы бумаги и картона от канцелярской деятельности и делопроизводства	0,408	0,408
	Мусор от бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный)	47,005	50,000
	Отходы твердого полистирола, полистирольной пены или пленки		0,145
	Отходы затвердевших полиамидов		0,037
	Мусор от уборки территории	240,000	361,050

В 2004 году на предприятии образовалось 11 тыс. 100 т твердых отходов, из них – 10 тыс. 800 т – отходы производства (наибольшее количество - отходы щепы натуральной чистой древесины (4982,972 т), отходы от чистки сепаратора цехов ТДВП (3303,550 т), отходы от сортирования макулатурной массы (1746,846 т)), и 300 т – отходы потребления (мусор от уборки территории – 240,000 т).

В 2010 году на предприятии образовалось 292,9 тыс. т твердых отходов, из них – 292,5 тыс. т – отходы производства (наибольшее количество - отходы бумаги и картона (260729,158 т), отходы щепы натуральной чистой древесины (9416,802 т), отходы от сортирования макулатурной массы (7526,400 т), отходы от чистки сепаратора цехов ТДВП (5199,667 т)), и 400 т – отходы потребления (мусор от уборки территории – 361,050 т).

За период с 2004 по 2010 годы объем образования большинства видов отходов практически не изменился, но существуют также отходы, объем которых в указанное время возрос в несколько раз. Это связано с ростом производства, заменой и чисткой рабочего оборудования.

В настоящее время основная деятельность предприятия по обращению с опасными отходами, образующимися на предприятии, состоит в сборе, временном накоплении, использовании и обезвреживании на предприятии и пе-

редаче сторонним организациям на обезвреживание, переработку, захоронение. На предприятии организованы места временного хранения отходов, откуда они по мере накопления используются или обезвреживаются на предприятии, передаются на переработку (обезвреживание) специализированным организациям, вывозятся на городскую свалку ТБО.

Основная масса твердых отходов предприятия вывозится на свалку ТБО. Также многие виды отходов используются на предприятии повторно – возвращаются в технологический процесс, либо используются в бытовых целях. Некоторые виды отходов реализуются по заявкам населению для хозяйственных нужд. Нейтрализованный электролит сбрасывается в канализационную сеть.

Ряд видов твердых отходов передается на переработку сторонним организациям. Ртутные лампы передаются на обезвреживание ООО «Мерком» в Московской области. Медицинские отходы класса «Б» (шприцы, иголки) собираются в картонной коробке и передаются в поликлинику МУЗ «Сокольская ЦРБ». Отработанные покрышки передаются на переработку ООО «Центр по выполнению работ и оказанию услуг природоохранного назначения» г. Вологды. Отработанные аккумуляторы и лом черных и цветных металлов сдаются в организации по переработке металлолома. Обтирочный материал, древесные опилки, передаются сторонним предприятиям на сжигание в котельной на твердом топливе.

Выводы:

1. В ходе исследования выявлена стабилизация объемов образования твердых отходов на предприятии.

2. В связи с ростом производства, заменой и чисткой рабочего оборудования возросли объемы образования отходов бумаги и картона (260 729 т), отходы щепы натуральной чистой древесины (9 417 т), отходов от сортирования макулатурной массы (7 526 т), очистки сепаратора цехов ТДВП (5 200 т), осадка из отстойников цехов ТДВП (3 651 т).

Литература

1. Беркман, Е. М. Словарь целлюлозно-бумажного производства / Е. М. Беркман, С. М. Вишневский, Л. О. Иоффе; под ред. Н. В. Рюхина . – М. : Лесн. пром-сть , 1969 . – 299 с.

2. Проект образования твердых производственных отходов ООО «Сухонский ЦБК» / ООО «Сухонский ЦБК» – Сокол, 2004. – 412 с.

3. Проект образования твердых производственных отходов ООО «Сухонский ЦБК» / ООО «Сухонский ЦБК. – Сокол, 2010. – 386 с.

4. Сухонский ЦБК. Официальный сайт администрации города Сокола [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.sokolinfo.ru/page/gorod_now/promishlenost/syxona

ВЛИЯНИЕ ЧИСЛА СЕМЯДОЛЕЙ НА ПОКАЗАТЕЛИ РОСТА СЕЯНЦЕВ КЕДРА

В.Н. Воробьев
Научный руководитель ***Р.С. Хамитов****, канд. с.-х. наук, доцент*
Вологодская государственная молочнохозяйственная академия
им. Н.В. Верещагина
г. Вологда

Сосна кедровая сибирская – ценная орехоносная древесная порода, естественно не произрастающая в условиях Вологодской области. В то же время благодаря усилиям лесоводов XX века, она получила достаточное распространение практически во всех районах области. Сегодня ее можно встретить в припоселковых садах, индивидуальных посадках, а также в виде отдельных участков производственных лесных культур.

Выращивание посадочного материала, обладающего высокими темпами роста, а также устойчивой резистентностью к воздействию вредоносных микроорганизмов, является одним из наиболее перспективных направлений селекции древесных пород. В то же время сокращение сроков выращивания позволяет снизить затраты на проведение агрохимических уходов и обустройство тепличных помещений.

Цель исследования заключается в выявлении наиболее интенсивно развивающихся морфологических форм кедра сибирского в группах сеянцев с разным числом семядолей.

В качестве исследуемого материала использовались сеянцы 4-летнего срока выращивания. Семена заготовлены в августе 2009 года в Полуяновском кедровом бору (памятник природы), близ населенных пунктов Шевелево и Куларово Вагайского района Тюменской области

Посев выполнен 12 мая 2010 года. Семена высевали в ящики с песком, а затем пересаживали проростки на гряду. Сеянцы выращивались в условиях открытого грунта временного питомника. За посевами осуществлялся комплекс агротехнических уходов, включающих полив, прополку, а также оправку сеянцев весной, после снеготаянья.

Отбор образцов сеянцев проводили по окончании вегетационного периода посредством размывания почвы водной струей (для аккуратного отделения корней). Образцы высушивались естественным образом, подвергались фрагментированию и высушиванию при температуре 110^{o}C, до абсолютно сухого состояния. Результаты статистической обработки данных приведены в таблице.

Таблица

Влияние числа семядолей на биометрические параметры 4-летних сеянцев

Параметры	Дисперсия			Критерий Фишера Fф (F_{05}=2,8)	Показатель силы влияния $\eta^2 \pm m_\eta^2$
	SS_o	$SS_ф$	SS_c		
Масса подземной части	201,45	83,04	118,41	13,32	0,41
Масса надземной части	311,82	184,62	127,19	27,57	0,59
Длина хвои	23133,56	6092,30	17041,25	6,79	0,26
Диаметр корневой шейки	80,89	45,16	35,73	24,01	0,55
Высота	7767,43	2786,29	4980	10,63	0,35
Масса крупных корней	33,13	15,64	17,49	16,99	0,47
Масса хвои	136,08	80,00	56,07	27,10	0,58
Масса стволика	143,46	85,10	58,35	27,71	0,59

Исследованием корневой системы сеянцев установлена корреляционная связь между максимальной длиной корня и числом семядолей. Посредством статистического анализа, определена сила влияния фактора, численно равная 0,22, теснота связи (корреляционное отношение на уровне 0,46). Наиболее развитое состояние корневой системы зарегистрировано у образцов с 12-13 семядолями, длина наибольшего корня составляет 27,6 см. Группы сеянцев с меньшим количеством семядолей, а именно 8-9 и 10-11 штук, формируют среднеразвитую корневую систему, длина корней до 23,8 и 24 см. соответственно. Существенно отстают в корнеобразовании малосемядольные формы (6-7 шт.), длина корня достигает лишь 18,9 см.

Изучение весовых параметров корневой системы, осуществлялось путем деления подземной части сеянцев на фрагменты двух категорий крупности. Корешки диаметром более 1 мм относили к крупным, остальные – к мелким.

Наибольшая корневая масса(1,9 г) зарегистрирована у группы 12-13 семядольных образцов. Масса крупных корней у групп с 8-9 и 10-11 семядолями со-

ставляет 1,1 и 0,8 г соответственно. Как и в предыдущем случае, исследуемый параметр у группы с 6-7 семядолями составляет всего – 0,5 г. Сила влияния признака в данном варианте опыта составляет 0,47, теснота связи - 0,68.

Анализ массы мелких корней объективных результатов не выявил, но следует отметить максимум значений у многосемядольных форм.

Исследование накопления совокупной корневой фитомассы закрепляет результаты предыдущих исследований. Наибольшая масса корней отмечена у многосемядольных форм и составляет 2,29 г. Несколько меньшие значения зафиксированы у групп с 10-11 и 8-9 семядолями (1,44 г и 1,03 г соответственно). Малосемядольные формы, как и в предыдущих случаях, обладают минимальными значениями (0,5 г.) Статистически доказанные сила влияния признака и теснота связи – 0,41 и 0,64 соответственно.

Наиболее часто рассматриваемым критерием динамики развития посадочного материала является длина надземной части сеянцев. Исследованием выявлена положительная связь между увеличением протяженности центрального побега с увеличением числа семядолей. Наиболее интенсивно развивается надземная часть многосемядольных сеянцев (27 см), наиболее слабо у малосемядольных (16 см), промежуточную позицию занимают сеянцы с 8-11 семядолями, сила влияния фактора численно равна 0,50, корреляционное отношение определено на уровне 0,71 и свидетельствует о высокой тесноте признака.

Развитие сеянцев тесно связано с процессом образования органического вещества или фотосинтезом. В связи с этим, одним из наиболее эффективных направлений повышения производительности растительных организмов является увеличение фотосинтезирующей поверхности [1].

Максимальная длина хвои (102 мм), отмечается у группы многосемядольных образцов, наименьшая (69 мм) у группы 6-7 семядолями. Образцы с числом семядолей от 8 до 11 занимают промежуточное положение, их средняя длина хвои составляет 82 - 84 мм. Сила влияния признака установлена на уровне 0,25, Корреляционное отношение высокое и численно равно 0,51.

Достаточно эффективным показателем качества сеянцев хвойных пород является отношение надземной и подземных фитомасс. Чем выше отношение надземной фитомассы к подземной, тем значительно ниже показатель приживаемости и сохранности, тем медленнее рост высаженных растений в высоту [2].

Наибольший коэффициент зафиксирован у группы сеянцев с числом семядолей 12-13 шт., соотношение фитомасс установлено на уровне 2,9. Постепенное уменьшение рассматриваемого параметра отмечается при ранжировании от многосемядольных образцов в сторону 6-7 семядольных. К примеру, при исследовании образцов с числом семядолей 10-11 и 8-9 шт. выявлены коэффициенты 2,70 и 2,43 соответственно. Минимум значений зафиксирован у 6-7 семядольных образцов, коэффициент равен 2,32.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что посадочный материал малосемядольных форм сосны кедровой сибирской обладает большей приживаемостью на лесокультурной площади.

Таким образом, исследованием установлено наличие корреляционной связи между морфологической вариабельностью сеянцев сосны кедровой сибирской, по признаку численности семядолей и их биометрическими параметрами. В этой связи можно судить о возможности селекции наиболее интенсивно развивающихся биотипов, путем ведения массового отбора всходов при пикировке по признаку образования 12-13 семядолей.

Литература

1. Полевой В.В. Физиология растений: учебник для биол. спец.- М.: Высш. шк., 1989. – 464 с.

2. Родин А.Р., Грибков В.В., Никитина А.В. Оптимальные соотношения надземной биомассы посадочного материала и корневых систем хвойных пород// Лесохозяйственная информация. – 1974. - № 15. - С. 13 – 14.

АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ВОЛОГДЫ

Н.Б. Газиева

Научный руководитель ***А.И. Труфанов****, канд. геол.-мин. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Основным средством обеспечения питьевой водой населения города Вологды является городской централизованный водопровод, использующий в качестве источников реки Вологду и Тошню, озеро Кубенское. Однако по объективным причинам большая часть объемов воды, используемой промышленными предприятиями города, добывается из значительного количества эксплуатационных скважин.

Проблема истощения запасов подземных вод вследствие их интенсивной эксплуатации является актуальной. Кроме того, развитие депрессионных воронок водоносных горизонтов способствует потенциальному скоплению загрязняющих веществ, а также приводит к вынужденным изменениям в системе водоснабжения населенных пунктов и близлежащих территорий.

Данное исследование проведено в рамках магистерской программы «Глобальные экологические проблемы». В качестве индикатора устойчивого развития выбран экологический индикатор (природного и техногенного характера). Объектом исследования является основной водоносный горизонт, эксплуатируемый на территории города Вологды.

Цель данной работы заключается в определении оптимальной нагрузки на основной эксплуатационный водоносный горизонт на территории города Вологды.

При достижении поставленной цели решались следующие задачи:

1. Выявление основных эксплуатационных горизонтов на территории города Вологды.
2. Оценка истощения запасов подземных вод по снижению статического уровня водоносных горизонтов.
3. Прогноз снижения статического уровня при эксплуатации основного водоносного горизонта.

При анализе данных наблюдений за статическими уровнями воды в скважинах были использованы материалы по эксплуатационным и наблюдательным скважинам, пробуренным на территории города, включая поселок Лосту. Кроме того, использовались материалы поисково-разведочных работ, выполненных ООО «Вологда-геология» и ОАО «Центргеология».

По имеющимся данным начало бурения скважин на территории города Вологды относится к 19 веку. Первые скважины были оборудованы на эксплуатацию водоносных горизонтов четвертичных отложений, поскольку их водообильность обеспечивала заявленную водопотребность, а содержание всех определяемых компонентов за исключением железа соответствовало требованиям действующих на тот момент нормативов.

Основной период бурения эксплуатационных скважин на территории города Вологды приходится на 1950-1970 годы. Глубина их в большинстве случаев составляла более 100-120 м, что позволило в значительных масштабах эксплуатировать татарско-ветлужский карбонатно-терригенный водоносный комплекс (отложения пермо-триаса), воды которого содержат меньшее количество железа, чем воды четвертичных отложений. На сегодняшний день это основной эксплуатируемый водоносный горизонт на территории города (рис.), представляющий собой месторождение «Вологодское», запасы которого оценены на 25-летний расчетный срок в количестве 100 тыс. $м^3$/сут по категории C_2.[1]

Основной водоотбор приходится на юго-восточную часть города - от 73 до 96% (в среднем 82%) суммарного водоотбора города, причем от 72 до 98% (в среднем 83%) воды отбирается из пермо-триасовых отложений.

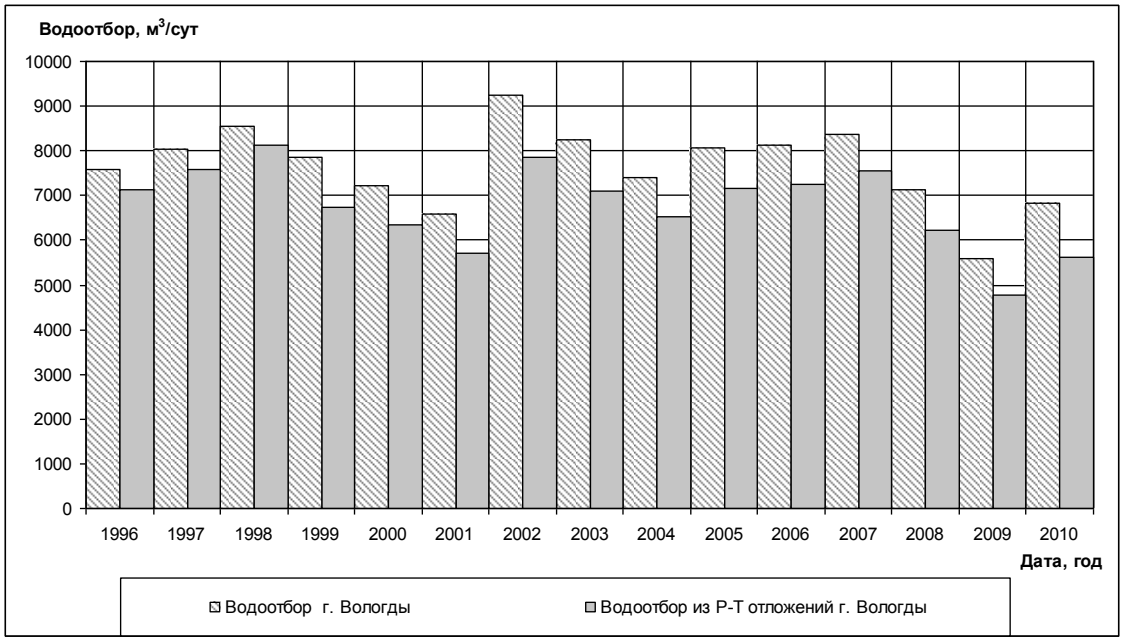


Рис. Водоотбор из подземных источников в пределах г. Вологды и прилегающих территорий

Основными водопотребителями являются ОАО «РЖД», ЗАО «Вологодский мясокомбинат», ОАО «Электротехмаш», ОАО «Славянский хлеб», ОАО «Вологодский комбинат хлебопродуктов». На юго-востоке практически сливается с городом п. Лоста, на территории которого расположены крупные водозаборы: ОАО «РЖД», МУП ЖКХ «Вологдагорводоканал». Доля водоотбора п. Лосты составляет в среднем 11 % от общего водоотбора Вологды и 14 % от водоотбора юго-восточной части города.

Юго-восточная часть города Вологды и поселок Лоста отнесены к Вологодско-Княгининскому участку месторождения «Вологодское». Запасы участка оценены, примерно, в 17,5 тыс. $м^3$/сут из них по категории В – более 2,0 тыс. $м^3$/сут, по категории $С_1$ – более 2,7 тыс. $м^3$/сут, по категории $С_2$ – более 12,8 тыс. $м^3$/сут.

Приведенные выше данные свидетельствуют о существенной нагрузке на татарско-ветлужский карбонатно-терригенный водоносный комплекс. Большое внимание сработке уровня данного водоносного горизонта уделялось в работах по оценке запасов подземных вод на водозаборных участках, выполненных ООО «Вологда-геология» [2]. В частности им было установлено, что в юго-восточной части города сформировалась депрессионная воронка. Величина депрессионной воронки в вертикальном разрезе составляет более 8 метров, а с учетом перспективного водоотбора достигнет величины 12,12 м. Определить точный радиус депрессионной воронки не представляется возможным, поскольку на большинстве водозаборов не ведутся режимные наблюдения, и более того, по некоторым скважинам данные имеются только

на момент бурения.

Возможно, снижение статического уровня на данную величину на большинстве водозаборов не приведет к существенным изменениям их производительности, однако и не исключено дальнейшее развитие депрессионной воронки со всеми вытекающими из этого последствиями.

Для определения степени распространения депрессионной воронки, сформировавшейся в юго-восточной части города Вологды был проведен анализ изменения статического уровня воды в скважинах, пробуренных в п. Лосте (№№ 1,2) (табл.). Стоит отметить, что для анализа в Лосте были выбраны две максимально удаленные от города скважины. Номера скважин приведены в последовательном порядке без учета индивидуальных номеров, присвоенных при бурении.

Таблица

Статический уровень воды в скважинах, пробуренных на территории п. Лосты

Скважина, №	1	1	2	2
Год бурения или замера	1978	2012	1971	2012
Абсолютная отметка устья, мБс	116,50	116,50	122,00	122,00
Статический уровень, м	2,64	0,96	10,00	4,32
А.о.с.у, мБс	113,86	115,54	112,00	117,68
Срезка уровня, м		-1,68		-5,68

На основании представленных данных можно сделать вывод о положении уровня подземных вод водоносного татарско-ветлужского карбонатно-терригенного комплекса на фланге депрессионной воронки. Отрицательные значения для скважин, расположенных в п. Лосте, свидетельствуют об отсутствии снижения статического уровня воды в скважинах.

Выводы:

1. Основным эксплуатационным горизонтом на территории города Вологды является татарско-ветлужский карбонатно-терригенный водоносный комплекс.

2. Преобладающий водоотбор из данного водоносного горизонта приходится на юго-восточную часть города, гидрогеологически отнесенную к Вологодско-Княгининскому участку месторождения «Вологодское». За период с 1996 по 2010 год водоотбор здесь составлял 5 – 9 тыс. $м^3$/сут. Интенсивная эксплуатация горизонта явилась причиной формирования депрессионной воронки, в центре которой сработка уровня достигла 8 метров.

3. Границы депрессионной воронки пока не выходят за черту города, на что указывают статические уровни эксплуатационных скважин в п. Лосте.

Литература

1. Поисковые работы на питьевые подземные воды для водоснабжения г. Вологды (с подсчетом запасов по состоянию на 01.09.2007 г.). [Текст]/ М. В. Кочетков.- Фонды ДПР. - Вологда. -2003.

2. Оценка запасов пресных подземных вод для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения ЗАО Вологодское предприятие «Вторцветмет» по состоянию на 01.01.2009 г. [Текст]/Т.В. Прачкина .- Фонды ДПР. – Вологда, 2009.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОЗЕРА КОВЖСКОЕ ПО ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ

В.Л. Зайцева

Научный руководитель ***Н.В. Думнич****, канд. биол. наук, доцент*

Вологодская лаборатория ФГБНУ «ГосНИОРХ»

г. Вологда

Озеро Ковжское расположено на территории Вытегорского муниципального района Вологодской области, который является самым большим по территории и находится на крайнем северо-западе региона. Природно-климатические особенности территории способствовали формированию развитой гидрографической сети. Озеро Ковжское является крупнейшим в группе «малых» водоемом области. Его площадь составляет 62,5 км^2, оно принадлежит к бассейну Каспийского моря и связано рекой Ковжей с водохранилищами северного склона Волго-Балтийского водного пути. Река Ковжа зарегулирована двумя плотинами, в связи с чем, озера можно рассматривать как водохранилище. Водоем целиком располагается в пределах Кемского моренного равнинного средневысотного среднетаежного ландшафтного района [3]. Основные морфометрические характеристики озера представлены в таблице 1.

Таблица 1

Основные морфометрические характеристики оз. Ковжское

Характеристика	Показатель
Общая площадь акватории, км^2	62,5
Длина, км	13,2
Ширина, км	11,3
Длина береговой линии, км	59,0
Коэффициент извилистости	2,1
Глубина максимальная, м	16,0
Площадь водосбора, км^2	438,0

Берега озера преимущественно пологие, каменистые, местами песчаные и заболоченные. Зарастание макрофитами озера Ковжское незначительно и охватывает преимущественно небольшие мелководные заливы. Дно ложбинное с ямами, в прибрежной части песчано-каменистое, с глубины 2 – 2,5 м покрыто серым или оливкового цвета илом. В наиболее глубокой части озера на глубине 16 м встречаются гороховидной или бобовидной формы железомарганцевые конкреции, а у северо-западного берега пороховидная руда [6]. Вследствие стока с болот вода в озере сильно гумифицирована.

В летние месяцы 2010-2011 гг осуществлялся сбор проб зоопланктона согласно общепринятым методикам [5]. Сетка станций отбора проб охватывала основные растительные ассоциации, а также пелагиаль водоема. Пробы зоопланктона отбирались сетью Джеди с капроновым ситом № 70 и фиксировались 4-процентным раствором формалина.

Всего было собрано и обработано порядка 30 проб. При анализе видового состава зоопланктона озера использовались фондовые материалы Вологодской лаборатории ФГБНУ "ГосНИОРХ". Для анализа гидрохимических особенностей озера проводился отбор проб, химический анализ которых осуществлялся аккредитованной лабораторией ФГУ ГЦАС «Вологодский».

Согласно классификации пресных вод [1] по величине общей минерализации вода Ковжского озера относится к группе вод с «очень малой минерализацией» (14 мг/л). По соотношению основных ионов вода озера относятся к гидрокарбонатному классу кальциевой группы, по показателю общей жесткости характеризуется как «очень мягкая», по активной реакции среды ее можно отнести к нейтральному типу (7,2).

Наряду с большим разнообразием в воде растворенных минеральных веществ, также в ней содержатся и органические соединения. Основными источникам органических веществ является соединения, образующиеся в самом водоеме (автохтонное) и поступающее с водосборной площади или атмосферными осадками (аллохтонное). Средние показатели цветности воды Ковжского озера составляет 78 градусов, что позволяет отнести его к мезополигумозной группе. Высокая цветность объясняется болотным питанием водоема и высоким природным фоном железа, типичного для большинства водоемов Вологодской области (0,33 мг/л, при ПДК 0,1 мг/л). Для Ковжского озера также характерно повышенное содержание катионов марганца в воде (0,07 мг/л при ПДК 0,01 мг/л), что связано с особенностями донных отложений.

Величина $БПК_5$ воды Ковжского озера составляет 1,3 мгO_2/л, что позволяет оценить качество воды как «чистая». Отношение бихроматной окисляемости к перманганатной равно 0,13, что свидетельствует о преобладании в воде органических веществ аллохтонного, как правило, гумусового происхождения. Концентрация загрязняющих веществ (Co^{+2}, Pb^{+2}, Cd^{+2}, Ni^{+3}, нефтепродукты, СПАВ), в воде озера Ковжское не превышала ПДК [7].

По результатам собственных исследований и анализа фондовых материалов в Ковжском озере обнаружено 72 вида зоопланктонных организмов, среди них: коловраток (Rotatoria) – 24, ветвистоусых рачков (Cladocera) – 35, вес-

лоногих ракообразных (Copepoda) – 13 видов. В составе зоопланктеров Ковжского озера были обнаружены редко встречающиеся в водных объектах региона виды. Это ветвистоусый рачок *Holopedium gibberum*, являющийся холодноводным ацидофильным видом, который встречается в озере повсеместно, но численность его в разных частях водоема различна. Помимо этого, в составе зоопланктона водоема был обнаружен *Bythotrephes cederstroemi*, редко встречающийся в водных объектах Вологодской области и являющимся видом-индикатором олиготорофии. В озере Ковжское этот вид был единично обнаружен лишь в 2011 году, его численность не превышала 30 экз/м^3. По данным 1990-х годов в водоеме отмечался и *Chydorus ovalis*, как указывают некоторые авторы [4], обитатель мелких, торфяниковых водоемов, однако в сборах 2000-х годах он пока не был обнаружен.

Наибольшее число видов зоопланктеров отмечено в пелагической части водоема (51 вид), а наименьшее – в ассоциациях растений (37). Основу видового богатства составляют ветвистоусые рачки и коловратки. В составе зоопланктона Ковжского озера доминирует небольшой комплекс видов коловраток (виды родов Euchlanis, Polyarthra) и веслоногих ракообразных (*Eudiaptomus gracilis, Cyclops strenuus, Paracyclops affinis*).

По величинам численности и биомассы зоопланктона можно судить о кормности водного объекта, то есть об обеспеченности рыб потенциальными кормовыми объектами. Сравнительно низкие величины средней биомассы планктона свидетельствуют о низкой кормовой ценности Ковжского озера. Средние численность и биомасса зоопланктона озера, в том числе в разных биотопах представлены в таблице 2. Особенностью зоопланктона озера, как и некоторых других, сравнительно глубоководных водоемов Вологодской области, являются невысокие количественные показатели развития зоопланктона в прибрежной зарослевой зоне. По сравнению с участками открытой воды в зарослях макрофитов увеличивается плотность зоопланктеров, но снижается их биомасса. Высокая численность зоопланктона связана с массовым развитием веслоногих ракообразных и коловраток. Основу биомассы планктона в зарослях составляют ветвистоусые рачки, а в глубоководных участках биомасса всех трех групп зоопланктеров примерно равна.

Таблица 2

Численность и биомасса зоопланктона озера Ковжское

Группы организмов	Численность, тыс.экз./м^3			Биомасса, г/м^3		
	средняя	пелагиаль	заросли	средняя	пелагиаль	заросли
Rotatoria	13,95	6,39	21,09	0,14	0,25	0,04
Cladocera	14,15	9,02	19,28	0,19	0,23	0,15
Copepoda	34,08	30,92	37,23	0,17	0,24	0,09
Всего	62,18	46,33	77,60	0,5	0,72	0,28

Следует отметить, что наибольшей плотности (37,23 тыс.экз./м^3) среди веслоногих рачков в зарослях достигают науплиальные формы, которые за счет малых размеров тела не дают большого прироста величин биомассы. Ос-

нову биомассы зоопланктона озера, как правило, составляют крупные фитофильные ветвистоусые рачки. Увеличение биомассы коловраток в пелагиали водоема объясняется массовым развитием крупной хищной коловратки *Asplanchna priodonta.*

Значительные численность и биомасса веслоногих ракообразных в среднем по водоему отчасти свидетельствуют о малых темпах эвтрофирования озера, т.к. данная группа организмов раньше других начинает сокращать свою численность в неблагоприятных условиях [2].

Анализ целого комплекса биоиндикационных характеристик зоопланктона (табл. 3) позволяет отнести Ковжское озеро к олиготрофному типу, с низким уровнем эвтрофирования.

Таблица 3

Некоторые биоиндикационные характеристики зоопланктона оз. Ковжское

Характеристика	Значение показателя для оз. Ковжского	Трофический тип водоема [2]
Показатель трофии	0,63	Мезотрофный (0,5-1,5)
Коэффициент трофии	0,083	Олиготрофный (<0,2)
Отношение численности Cladocera и Copepoda	0,31	Олиготрофный (<1,1)
Индекс Шеннона-Уивера (по численности)	3,42	Олиготрофный (2,6-4,0)
Индекс Шеннона-Уивера (по биомассе)	3,16	Олиготрофный (2,6-4,0)

Таким образом, проанализировав гидрохимические особенности озера Ковжского и состояние его зоопланктона, можно сказать о низких темпах эвтрофирования этого водоема. Во многом это связано со сравнительно малой антропогенной нагрузкой, что подтверждается малой концентрацией основных загрязняющих веществ в воде озера. Однако в значительной степени состояние водоема и интенсивность его сукцессионных изменений зависят от его естественных морфометрических и гидрологических характеристик. Рельеф дна и конфигурация берегов обуславливают низкую степень зарастания прибрежной зоны. Высокая цветность и отношение бихроматной окисляемости к перманганатной говорит о повышенном уровне гумусовых веществ аллохтонного происхождения, что объясняется болотным питанием водоема и зарегулированностью стока. Оценка состояния озера Ковжское по структурным показателям зоопланктона позволяет отнести его к олиготрофному типу водоемов.

Литература

1. Алекин О.А. Основы гидрохимии / О.А. Алекин. – Л., 1970. – 444 с.
2. Андронникова И.Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем / И.Н. Андронникова. – СПб., 1996. – 189 с.
3. Максутова Н.К., Воробьев Г.А. Ландшафтное районирование Вологодской области / Н.К. Максутова, Г.А. Воробьев // Природа Вологодской области. – Вологда: "Издательский Дом Вологжанин", 2007. – С. 301-328.
4. Мануйлова Е.Ф. Ветвистоусые рачки (Cladocera) фауны СССР / Е.Ф. Мануйлова. – М.–Л., 1964. – 327 с.
5. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. – М., Наука, 1975. – 239 с.
6. Озерные ресурсы Вологодской области. – Вологда, 1981. – 151 с.
7. Перечень рыбохозяйственных нормативов: ПДК предельно допустимых концентраций (ПДК), ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для водных объектов имеющих рыбохозяйственное значение. – М.: ВНИРО, 1999. – 304 с.

ОЦЕНКА УРОВНЕЙ ШУМА НА ТЕРРИТОРИИ Г. ВОЛОГДЫ

И. А.Иванов
Научный руководитель ***Л.Г.Рувинова****, д-р биол. наук, профессор*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Повышенный уровень шума остаётся одной из наиболее острых проблем для городских территорий. Основными источниками шумового воздействия на территории города являются автотранспорт, строительная техника, промышленные предприятия и площадки, инженерное оборудование зданий (в т.ч. вентиляционные системы), шумы бытового происхождения на территориях внутри кварталов жилых домов [1].

Целью данной работы является оценка уровней шума от автотранспорта на территории города Вологды.

Исходя из цели были поставлены задачи:

1. Провести замеры уровней шума на улицах города Вологды с различной степенью загруженности автотранспортом и сравнить их с эквивалентными и максимальными значениями.
2. Выявить зависимости уровней шумовой нагрузки на различных по загруженности автотранспортом улицах города Вологда от интенсивности автотранспортных потоков и от близости к другим загруженным автотранспортом улицам.

Объектом исследования является г. Вологда. Предмет исследования – шум, вызываемый автотранспортом. Уровни шума были измерены в соответствие с СН 2.2.4/2.18.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» [2]. В ходе работы были проведены замеры уровней шума на улицах города: Прокатова, Московская, Машиностроительная, Окружное шоссе, Старое шоссе, Лаврова, Доронинская, Кирпичная.

Средства измерений: Анализатор шума и вибрации «Ассистент», Шумомер анализатор спектра «Октава 11А».

Замеры уровней шума и подсчет количества автомобилей были произведены в утренний час пик, а именно с 9.00 до 10.00 часов утра.

Шум – беспорядочное сочетание разных по силе и частоте звуков; способен оказывать неблагоприятное действие на организм. Не только сильные шумы, приводящие к мгновенной глухоте или повреждению органов слуха человека, вредно отражаются на здоровье и работоспособности людей. Шумы небольшой интенсивности, порядка 50–60дБА (в дБА выражается уровень шума, замеренный по шкале А шумомера) негативно воздействуют на нервную систему человека, вызывают бессонницу, неспособность сосредоточиться, что ведет к снижению производительности труда и повышает вероятность возникновения несчастных случаев [3, 4].

Если шум постоянно действует на человека в процессе труда, то могут возникнуть различные психические нарушения, сердечно-сосудистые, желудочно-кишечные и кожные заболевания, тугоухость.

Последствия воздействия шума небольшой интенсивности на организм человека зависят от ряда факторов, в том числе возраста и состояния здоровья работающего, вида трудовой деятельности, психологического и физического состояния человека в момент действия шума и ряда других факторов. Шум, производимый самим человеком, обычно не беспокоит его. В отличие от этого посторонние шумы часто вызывают сильный раздражающий эффект [5].

По данным измерений наибольшую шумовую нагрузку испытывает Окружное шоссе (измеренные уровни превышают эквивалентные и максимальные уровни шума) и ул. Прокатова (измеренные уровни превышают эквивалентные значения, но не превышают максимальных значений). Наименьшую шумовую нагрузку испытывают улица Доронинская и Старое шоссе.

На рисунках 1 и 2 соответственно представлены гистограммы замеров максимальных и эквивалентных уровней шума на улицах г.Вологды.

Наибольшую транспортную нагрузку из рассмотренных участков испытывает Окружное шоссе (более 3000 автомобилей в час) и ул. Прокатова (более 1500 автомобилей в час). Наименьшая транспортная нагрузка приходится на улицу Доронинскую и Старое шоссе (менее 500 автомобилей в час). На рисунке 3 представлена гистограмма распределения транспортной нагрузки на улицы города Вологды с 9.00 до 10.00 часов утра.

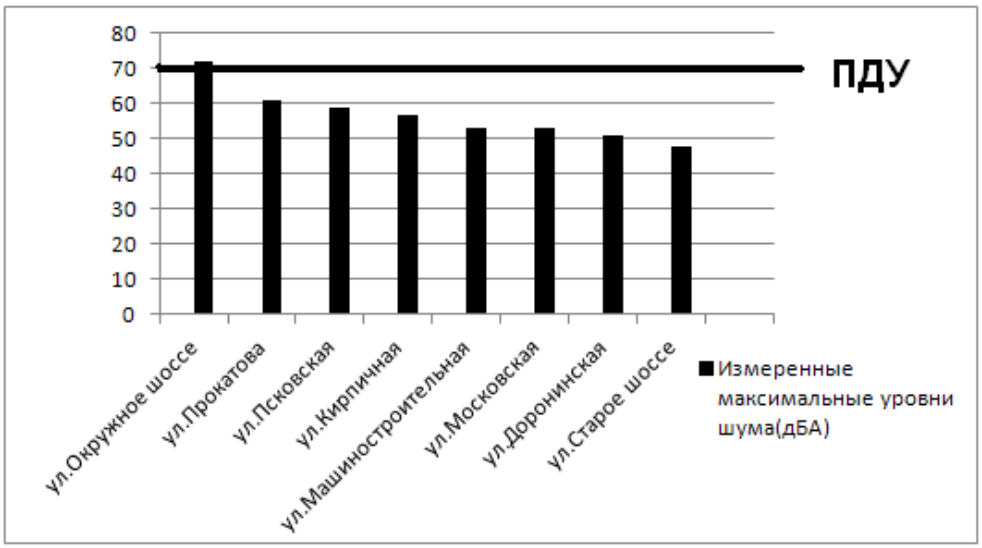


Рис. 1. Измеренные максимальные уровни шума (дБА)

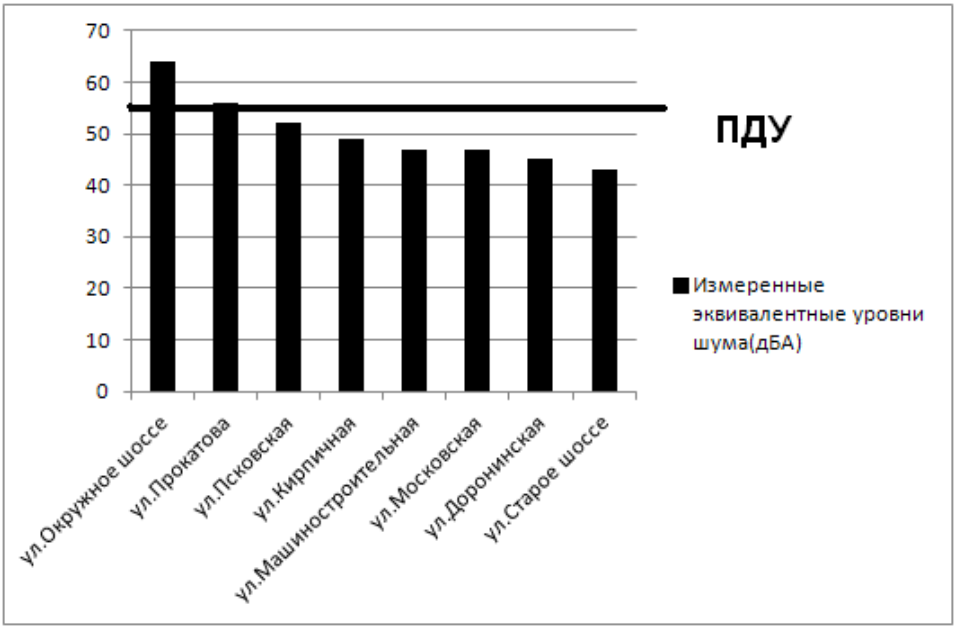


Рис. 2. Измеренные эквивалентные уровни шума (дБА)

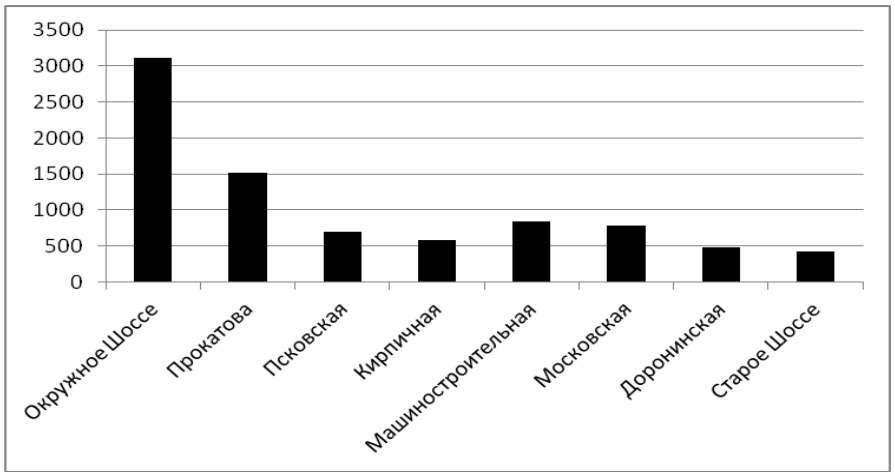


Рис. 3. Транспортная нагрузка на улицы г.Вологды с 9.00 до 10.00 часов утра

На улицах с невысокой автотранспортной нагрузкой следует учитывать шум крупных автомобильных магистралей, расположенных в непосредственной близости. Измеренные уровни шума показывают, что количество автомобилей, проезжающих по улице Прокатова, практически в 2 раза выше, чем на улице Псковской, а измеренные уровни шумовой нагрузки показывают незначительные различия максимальных уровней шума (61дБА и 59 дБА соответственно) и эквивалентных уровней (56 дБА и 52 дБА соответственно). На шумовую нагрузку ул. Псковской оказывает большое воздействие шумовая нагрузка Окружного шоссе и улицы Ленинградской, на шумовую нагрузку улицы Кирпичной оказывает влияние шум, нагружающий улицу Ленинградскую. На шумовую нагрузку улицы Доронинской оказывает воздействие шумовая нагрузка улиц Саммера и Дальней. Старое шоссе подвергается шумовой нагрузке от улицы Чернышевского.

Проанализировав результаты измерений были сделаны выводы, что существует прямая зависимость между уровнями шума, транспортной нагрузкой, составом транспортного потока, близостью крупных нагруженных автодорог:

- чем выше интенсивность потока, тем более высокие показатели шумового загрязнения;
- чем ближе находятся другие загруженные автомобильные дороги, тем более высокие показатели шумового загрязнения.

Самую высокую шумовую нагрузку испытывает Окружное шоссе. Более 3000 автомобилей в час. Наименьшую нагрузку испытывают ул.Доронинская и Старое шоссе, нагрузка менее 500 автомобилей.

Литература

1. Всероссийский экологический портал [электронный ресурс] – режим доступа: http://ecoportal.su/
2. Ассоциация строителей России [электронный ресурс] – режим доступа: http://www.a-s-r.ru/
3. ГОСТ 31296.1-2005 Шум. Описание, измерение и оценка шума на местности.
4. СН 2.2.4/2.18.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».
5. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. Руководство. Р 2.2.2006 – 05.

ФАУНА ЖУЖЕЛИЦ (COLEOPTERA, CARABIDAE) ПАРКА ВЕТЕРАНОВ Г. ВОЛОГДЫ

Е.В. Калашникова
Научный руководитель ***Ю.Н. Белова****, канд. биол. наук, доцент*
Вололгодский государственный педагогический университет
г. Вологда

Фауна Вологодской области насчитывает 160 видов жужелиц [2]. В результате трехлетнего изучения жужелиц на территории парка Ветеранов (2011-2013 гг.) было выявлено 45 видов (табл.). Это составляет около четверти видового богатства данной группы в регионе, что говорит о достаточно высоком разнообразии карабидофауны исследуемого участка.

Таблица 1

Видовой состав и характеристика жужелиц парка Ветеранов г. Вологды

№ п/п	Видовой состав	Зоогеографическая характеристика	Биотопический преферендум	Жизненная форма
1	*Agonum fuliginosum* (Panzer, 1809)	ЕС	лс, бл	зспп
2	*Agonum muelleri* (Herbst, 1784)	ЕС	лг, п	зспп
3	*Amara aenea* (De Geer, 1774)	ТПп	лг, п	мгх
4	*Amara bifrons* (Gyllenhal, 1810)	ЕС	лг, п	мс
5	*Amara communis* (Panzer, 1797)	ТПп	лг, п	мгх
6	*Amara littorea* (Thomson, 1857)	ЕС	лг	мгх
7	*Amara lucida* (Duftschmid, 1812)	ЕСр	лг	мгх
8	*Amara nitida* (Sturm, 1825)	ТПп	лг	мгх
9	*Amara simulata* (Gyllenhal, 1810)	ТПп	лг	мгх
10	*Anchomenus dorsalis* (Pontoppidan, 1763)	ЕС	лг, п	зспп
11	*Anisodactylus binotatus* (Fabricius, 1787)	ТПп	лг, п	мгх
12	*Calathus melanocephalus* (Linnaeus, 1758)	ТПп	лг, п	зсп
13	*Carabus granulatus* (Linnaeus, 1761)	ТПп	лс, бл	зэх
14	*Carabus nemoralis* (O. F. Muller, 1764)	Е	лс	зэх
15	*Clivina fossor* (Linnaeus, 1758)	ТПп	лг, п	зг
16	*Cymindis vaporarium* (Linnaeus, 1758)	ТПб	с	зсптр
17	*Dicheirotrichus rufithorax* (C.R. Sahlberg, 1827)	ЕС	лг, п	мс
18	*Elaphrus cupreus* (Duftschmid, 1812)	ЕС	Б	зэб
19	*Elaphrus riparius* (Linnaeus, 1758)	ГА	Б	зэб
20	*Harpalus affinis* (Schrank, 1781)	ТПп	лг, п	мгх
21	*Harpalus latus* (Linnaeus, 1758)	ТПн	лс	мгх
22	*Harpalus rufipes* (De Geer, 1774)	ТПп	П	мсх

Окончание табл. 1

23	*Loricera pilicornis* (Fabricius, 1775)	ГА	лс, бл	зспп
24	*Notiophilus biguttatus* (Fabricius, 1779)	ЕС	Лс	зспп
25	*Notiophilus palustris* (Duftschmid, 1812)	ЕС	Лс	зспп
26	*Patrobus assimilis* (Chaudoir, 1844)	Тпб	лс, бл	зсп
27	*Platynus assimilis* (Paykull, 1790)	ТПн	лс, бл	зспп
28	*Poecilus cupreus* (Linnaeus, 1758)	ТПп	лс, п	зсппч
29	*Poecilus punctulatus* (Schaller, 1783)	ЕС	п	зсппч
30	*Poecilus versicolor* (Sturm, 1824)	ТПп	лг, п	зсппч
31	*Pterostichus anthracinus* (Illiger, 1798)	ЕС	лс, бл	зсппч
32	*Pterostichus aterrimus* (Herbst, 1784)	Е	Б	зсппч
33	*Pterostichus diligens* (Sturm, 1824)	ЕС	лс, бл	зсп
34	*Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798)	ЕС	лс	зсппч
35	*Pterostichus minor* (Gyllenhal, 1827)	ЕС	лс, бл	зсп
36	*Pterostichus niger* (Schaller, 1783)	ТПп	лс	зсппч
37	*Pterostichus nigrita* (Paykull, 1790)	ТПп	лс, бл	зсппч
38	*Pterostichus oblongopunctatus* (Fabricius, 1787)	ТПн	лс	зсппч
39	*Pterostichus strenuus* (Panzer, 1797)	ЕС	лс, бл	зсп
40	*Pterostichus vernalis* (Panzer, 1797)	ЕС	лс, бл	зсп
41	*Synuchus vivalis* (Panzer, 1796)	ТПп	лг, бл	зсп
42	*Trechus quadristriatus* (Schrank, 1781)	ЕС	лс	зсп

Условные обозначения:

Зоогеографическая характеристика: ГА- голарктический, ТП – транспалеарктический (б. – бореальный, н. – неморальный, п. – полизональный), Е – европейский, ЕС – европейско-сибирский, ЕСр – европейско-средиземноморский.

Биотопический преферендум: лс – лес, бл – болото, лг – луг, п – поле, б – берега.

Жизненные формы: з – зоофаги (эх – эпигеобионты ходящие, эб – эпигеобионты бегающие, спп – стратобионты поверхностно-подстилочные, сп – стратобионты подстилочные, сппч – стратобионты подстилочно-почвенные, сп – стратобионты подстилочные, сптр – стратобионты подстилочно-трещинные, г – геобионты), м – миксофитофаги (с – стратобионты, сх – стратохортобионты, гх – геохортобионты).

По зоогеографическому составу [3] в фауне изученной территории отмечено 7 групп жужелиц с различными типами ареалов (табл., рис. 1). Наибольшую долю составляют евро-сибирские (40,4 %) и транспалеарктические полизональные (35 %) виды. Остальные группы представлены незначительно (примерно 4-7%).

По биотопическому преферерендуму [1] выявленные виды можно подразделить на 7 групп (табл., рис. 2). Наиболее представлены лесные (21,4 %), лесо-болотные (26,1 %) и лугово-полевые (28,5) виды. Доля остальных групп колеблется в пределах 2,4 – 7,1 %. Интересны находки трех гигрофильных видов из группы береговой фауны. Следует отметить, что высокая доля лесных и лесо-болотных видов свидетельствует о значительной затененности и избыточном увлажнении почв территории.

Анализ жизненных форм имаго жужелиц [4], зарегистрированных на территории парка Ветеранов показал следующее. На территории парка обитают виды, относящиеся к 7 группам зоофагов и 3 группам миксофитофагов (табл., рис. 3). Наиболее широко представлены геохортобионты миксофитофаги (21,4 %) и подстилочно-почвенные стратобионты зоофаги (21,4 %), а также зоофаги: стратобионты подстилочные (19 %) и стратобионты поверхностно-подстилочные (16,7%). Доля остальных групп не превышает 5 %.

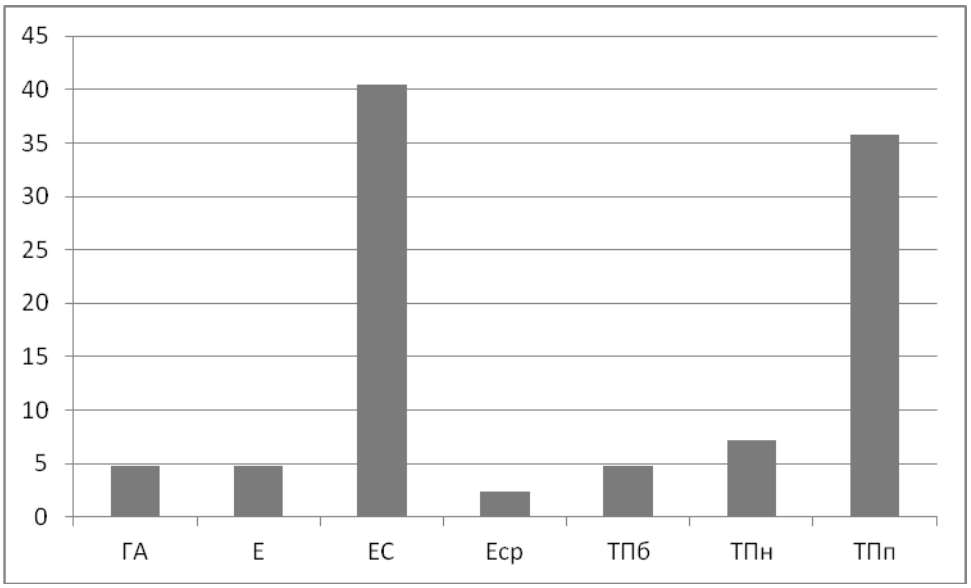


Рис. 1. Зоогеографическая структура фауны жужелиц парка Ветеранов г. Вологды. Здесь и далее, обозначения см. в таблице

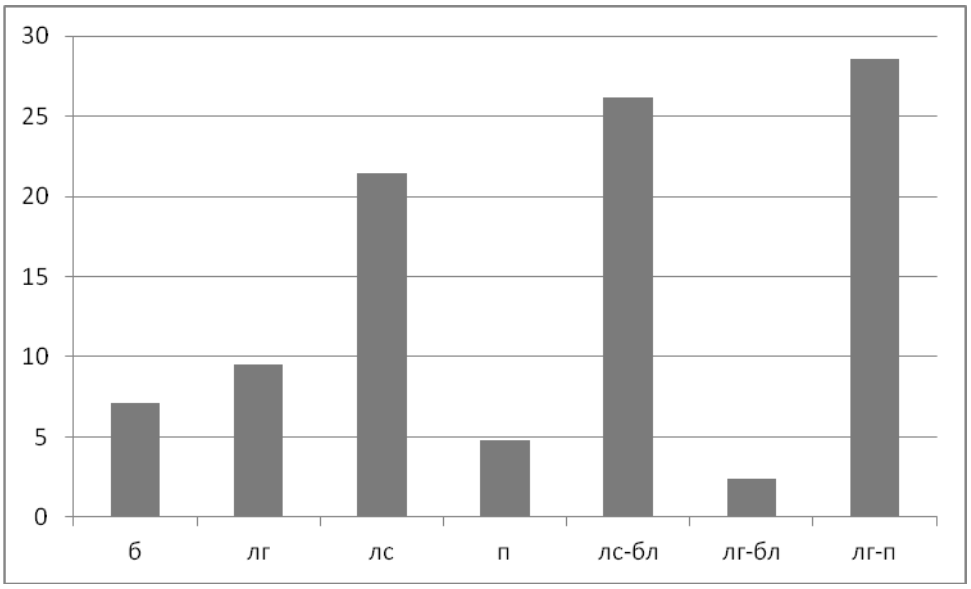


Рис. 2. Экологическая структура фауны жужелиц парка Ветеранов г. Вологды

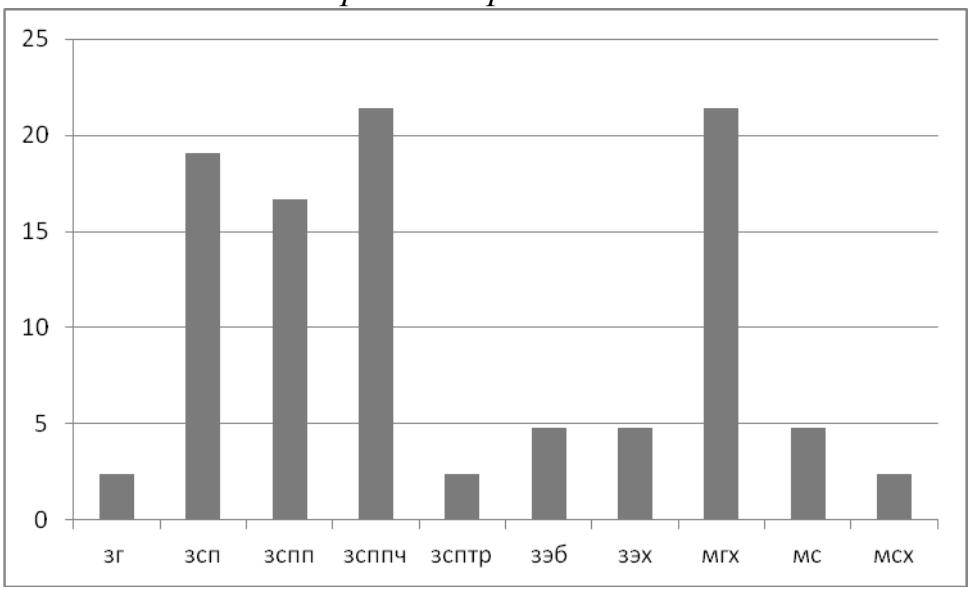


Рис. 3. Спектр жизненных форм жужелиц парка Ветеранов г. Вологды

Литература

1. Алалыкина Н.М., Целищева Л.Г. Фауна жужелиц (Coleoptera, Carabidae) Кировской области и возможность использования данных в оценке экологического состояния ее территории // Вестник Ин-та биологии Коми науч. центра УрО РАН.- 2005.- №2.- С.16-21.

2. Белова Ю.Н. и др. Разнообразие насекомых Вологодской области [Текст] / Под ред. Ю.Н.Беловой, А.А.Шабунова. - Вологда: Центр оперативной полиграфии "Коперник", 2008. - 368 с.

3. Воронин А. Г. Зоогеографический анализ жужелиц (Coleoptera, Carabidae) лесной зоны среднего Урала // Энтомологическое обозрение. – 2000. – Вып. 2. – С. 328–340.

4. Шарова, И. Х. Жизненные формы жужелиц (Coleoptera, Carabidae) [Текст] / И. Х. Шарова ; отв. ред. М. С. Гиляров. - М. : Наука, 1981. - 360 с.

НОВАЯ БЕЗРЕАГЕНТНАЯ И МАЛОЗАТРАТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

О.Е. Карпенкова
Научные руководители: ***Г.А. Тихановская****, канд.биол.наук, доцент,*
С.М. Чудновский*, канд.техн.наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Вода - самое распространенное вещество в природе (гидросфера занимает 71% поверхности земли). Без воды невозможно существование живых организмов (около 65% человеческого тела составляет вода). Вода особой чистоты необходима в производстве продуктов питания и медицине, новейших отраслях промышленности, в химическом анализе. Стремительный рост потребления воды и возросшие требования к воде определяют важность задачи водоочистки и водоподготовки [1].

Одна из главных экологических проблем человечества – качество питьевой воды, которая напрямую связана с состоянием здоровья населения, экологической чистотой продуктов питания, с разрешением проблем медицинского и социального характера [2].

Важное значение имеет содержание в воде железа. Железо – химический элемент 8 группы периодической системы Менделеева, атомный номер 26, атомная масса 55,847. Блестящий серебристо-белый металл, на воздухе окисляется – покрывается рыхлой ржавчиной. По распространенности элемента в природе железо находится на четвертом месте, образует около 300 минералов. Необходимо для жизнедеятельности многочисленных животных организмов, входит в состав гемоглобина [1].

С давних пор железо широко применяется человеком. Древнейшие изделия из железа, найденные при археологических раскопках – железные наконечники для стрел и украшения, датируются IV тысячелетием до новой эры и относятся к древнешумерской и древнеегипетским цивилизациям.

В земной коре железо распространено достаточно широко — на его долю приходится около 4,1 % массы земной коры. В мантии и земной коре железо сосредоточено главным образом в силикатах, при этом его содержание зна-

чительно в основных и ультраосновных породах, и мало в кислых и средних породах.

В организм животных и человека железо поступает с водой и пищей. Потребность человека в железе на 1 кг веса составляет 0,1 мг, а для детей 0,05 мг. Недостаток железа в организме приводит к серьёзным аномалиям и заболеванию крови – анемии.

Избыточная доза железа может оказывать токсическое действие. Передозировка железа угнетает антиоксидантную систему организма, поэтому употреблять препараты железа здоровым людям не рекомендуется. Именно поэтому очень важно контролировать содержание железа в питьевой воде.

Очистка воды от железа – непростая, хотя и наиболее распространённая проблема. Железо попадает в питьевую воду не только в природных условиях, но и в результате коррозии аппаратов и трубопроводов. И в этих случаях железо может находиться в ионной, коллоидной и грубодисперсной формах.

Наличие железа в питьевой воде, не прошедшей очистку, ухудшает ее вкус и запах, окрашивает воду в коричневатый цвет. При регулярном употреблении такой воды возрастает опасность различных заболеваний внутренних органов – в первую очередь печени и почек. Кроме того, избыточное количество железа неблагоприятно воздействует на кожу человека, влияет на морфологический состав крови, может быть причиной возникновения аллергических реакций, а также способствует накоплению осадка в системе водоотведения [3]. Растворенное в воде железо относится к 3 классу опасности. Согласно стандартам ВОЗ, процент растворенного в воде железа не должен превышать 0,3мг/л [4].

Помимо вреда здоровью железо, находящееся в воде, способствует появлению желтых подтеков на сантехнике, зарастанию и коррозии трубопроводов, снижению качества выпускаемой продукции, выходу из строя дорогостоящего оборудования [3].

Для обезжелезивания воды используют несколько методов адекватно формам, количеству железа и буферным свойствам исходной воды. Все многообразие методов, применяемых в технологии обезжелезивания воды, можно свести к двум основным типам: реагентные и безреагентные. Наиболее перспективными безреагентными методами являются вакуумно-эжекционная аэрация и фильтрование, упрощенная аэрация и фильтрование, фильтрование на каркасных фильтрах, фильтрование в подземных условиях с предварительной подачей в пласт окисленной воды или воздуха, аэрация и двухступенчатое фильтрование. К реагентным относятся: упрощенная аэрация, окисление, фильтрование; напорная флотация с известкованием и последующим фильтрованием; известкование, отстаивание в тонкослойном отстойнике и фильтрование; фильтрование через модифицированную загрузку, электрокоагуляция и фильтрование, катионировании [5].

Подземные воды многих регионов земного шара часто характеризуются повышенным содержанием железа. Например, в Индокитае подземные воды с содержанием железа выше нормативов составляют около 60%. Железосодер-

жащие воды широко распространены в Северной и Центральной Европе, в Северной Америке, на Юге Африки.

В подземных водах нашей страны в 70% случаев содержание железа в воде превышает допустимые нормы. По Вологодской области этот показатель составляет 80%. Однако обезжелезивание производят в редких случаях, или вообще не производят из-за громоздкости, неуправляемости и высокой стоимости сооружений.

Следовательно, нужна разработка безреагентной и малозатратной нанотехнологии обезжелезивания подземных вод.

Для решения этих проблем в ВоГТУ разработана новая нанотехнология обезжелезивания подземных вод (в июле 2013 года получено решение о выдаче патента на изобретение, по заявке №2012106325/05), которая позволит получать качественно очищенную воду, независимо от количества ионов железа в исходной воде, расширить возможности применения за счет компактности оборудования, обеспечить гибкое автоматическое управление и попутно получить в виде отходов ценный продукт – гидроксид железа.

Пока заявка проходила экспертизу в РОСПАТЕНТЕ, мы в процессе дальнейших исследований нашли возможность значительно упростить и усовершенствовать технологию, а также уменьшить габариты установки, размеры которой позволяют располагать ее непосредственно на водоподъемной трубе в павильоне каждой скважины. В этих случаях отпадает необходимость в прокладке дополнительных водоводов, строительстве подземных резервуаров, насосных станций 2 подъема. Кроме того, многократно сокращаются эксплуатационные затраты. Стоимость традиционной станции обезжелезивания при производительности 100м^3/сут составляет примерно 3млн. рублей, а себестоимость 1м^3 воды находится в пределах от 25 до 30 рублей. Для сравнения: стоимость предлагаемой нами установки по первой технологии при серийном производстве составит не более 100 тыс. рублей, а по второй технологии не более 70 тыс. рублей. Себестоимость 1м^3 воды по нашим технологиям не будет превышать 1рубля за 1м^3. Таким образом, на средства, затраченные на строительство одной традиционной станции обезжелезивания, можно оснастить порядка 30 скважин по первой технологии или порядка 40 скважин по второй технологии (при производительности до 100м^3/сут у каждой скважины).

Для достижения этой цели требуется выполнение цепочки взаимосвязанных процессов:

1. Окисление двухвалентного железа кислородом.
2. Осаждение образующегося гидроксидного осадка трехвалентного железа на железном катоде.
3. Периодическая замена электродов.

На этом наша работа не заканчивается, нужно будет провести еще ряд исследований, которые заключаются в определении зависимости силы тока от времени работы установки и в параллельном определении массы катода. Основная цель исследований – определить для каждого случая оптимальное время замены катода.

Литература

1. Советский энциклопедический словарь.- М.: Советская энциклопедия, 1984. – 1600с.

2. Труфанов, А.И. Формирование железистых подземных вод / А.И Труфанов.- М.: Наука, 1982.- 132с.

3. Мосин, О.В. Железная вода [Электронный ресурс]// Все о воде. – Режим доступа: http://www.o8ode.ru/article/oleg2/ironwater.htm

4. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества: - Введ. 01.01.01.- М.: Госэпидемнадзор России, 2001.

5. Николадзе, Г.И. Водоснабжение: учеб. для техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1989. – 496 с.

6. Онищенко, Г.Г. О состоянии питьевого водоснабжения в Российской Федерации/ Г.Г Онищенко// Здравоохранение Российской Федерации.-2005.- N3.- С. 3-7.

СТРУКТУРА БАЗЫ ДАННЫХ ПО ОЦЕНКЕ УСЛОВИЙ НЕРЕСТА РЫБ

А.С. Комарова
Научный руководитель ***И.В. Филоненко****, канд. биол. наук*
Вологодская лаборатория ФГБНУ «ГосНИОРХ»
г. Вологда

В настоящее время существует множество различных баз данных (БД): БД по биоразнообразию России, интерактивная БД по мировой фауне насекомых, интегрированная система зоологических баз данных, информационная поисковая система по фауне и флоре заповедников России и т.д. [1, 3, 4]. Отдельно выделяются базы геоданных [9, 10]. Информация, содержащаяся в этих системах, позволяет идентифицировать географическое положение и свойства естественных и искусственно созданных объектов, а также их границы на земной поверхности. Первичная информация для анализа может быть получена с помощью дистанционного зондирования земли, картографирования и различных видов съемок.

Особую актуальность представляют прикладные БД. Так БД рыбохозяйственных исследований позволяет оценить пространственное распределение ихтиофауны, кормовой базы, отслеживать влияние антропогенных факторов, выявлять основные нерестилища ценных промысловых видов рыб и т.д.

Сегодня геоинформационная система (ГИС) - информационная система, в основе которой лежит аппаратно-программный комплекс, предназначенный для автоматизированного хранения, преобразования и отображения простран-

ственно представленной информации. В то же время без правильной организации информации невозможно построение эффективно действующей ГИС. Хорошо подготовленная цифровая карта является основой любой ГИС, но и смысловая, атрибутивная информация играет важную роль в системах прикладного назначения.

Актуальность данной работы определяется следующими положениями. В результате многолетних исследований рыбохозяйственных водоемов области, осуществляемых Вологодской лабораторией ФГБНУ «ГосНИОРХ», собран значительный материал по видовому составу ихтиофауны, качественным и количественным показателям гидробионтов, условиям обитания, антропогенному влиянию, который затруднительно классифицировать обычным способом. Современные ГИС-технологии позволяют решить эту проблему путем создания баз данных, позволяющих структурировать, выделять, группировать, искать, добавлять разного рода информацию в зависимости от целей исследования.

В пределах Вологодской области выделяется несколько крупных рыбопромысловых водоемов (озера Белое, Кубенское, Воже, Шекснинское водохранилище и др.), в которых традиционно осуществляется промышленное и любительское рыболовство [11]. В данных водоемах обитают и нерестятся такие ценные в промысловом отношении виды рыб, как судак, лещ, щука, берш, чехонь и др. При этом большая их часть относится к группе фитофильных видов, использующих в качестве нерестового субстрата водную растительность. Изучение условий прохождения нереста основных фитофильных видов рыб, а также определение и уточнение границ нерестилищ является весьма актуальным. Эти материалы и послужили основой БД «Нерестилища фитофильных рыб в Белом озере».

Материалы и методы. Источником данных для БД являются фондовые материалы Вологодской лаборатории ФГБНУ «ГосНИОРХ» за период 1973-2013 гг., картосхемы водоемов и рыбопромысловых участков.

Электронные базы данных полевых исследований включают информацию по орудиям лова, характеристике места и времени взятия гидробиологических проб, видовому составу уловов, биологическим показателям гидробионтов различных трофических уровней (фито- и зоопланктон, зообентос, рыбы).

Электронный каталог фотоматериалов по водным объектам области включает набор снимков ландшафтов, растений и представителей животного мира.

Информация по абиотическим условиям среды содержит данные: Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды [14], сервера "Погода России", разработанного Лабораторией информационной поддержки космического мониторинга (SMIS IKI RAN) [13], геоинформационной системы «Метеоизмерения онлайн» [6], сайта «Погода и Климат» [12], сайта National Aeronautics and Space AdministrationGoddard Institute for Space Studies [2].

Для работы с пространственными данными БД было использовано лицензионное программное обеспечение ArcGIS 10. В качестве растровой основы использованы мультиспектральные снимки земной поверхности, сделанные со спутника Landsat Геологической службы США (USGS) за период 1975–2013 гг. [7].

Данные полевых исследований и фондовые материалы оформлялись в векторные слои формата *.shp. Использованы материалы как с привязкой к географическим объектам, так и с координатами, полученными по GPS. Снимки данных дистанционного зондирования (ДДЗ) подвергались тематической классификации, которая проводилась с помощью программного обеспечения ScanEx Image Processor.

Результаты. Организация структуры БД определяет ее функциональность. В основе БД «Нерестилища фитофильных рыб в Белом озере» содержится следующая информация: ДДЗ за разный период; данные полевых исследований; БД фондовых материалов разных организаций; аналитическая информация.

Каталог ДДЗ представлен космоснимками, полученными со спутника Landsat, охватывающих всю территорию Вологодской области. Источники космических снимков находится в свободном доступе [7]. После того как снимки на интересующую территорию были получены, проводилось объединение многоканальных данных в единый файл. Далее осуществлялся визуальный анализ однородных фрагментов изображения и их классификация с использованием программного обеспечения ScanEx Image Processor. Аналогичным способом проводилось картирование водосборов ряда рек Вологодско-Грязовецкого и Верхнесухонского ландшафтов Вологодской области [8].

Дополнительно к каталогу Landsat создан каталог снимков ДДЗ, полученных другими спутниками. Данный каталог позволяет получить представление о наличии и дате снимка.

Результаты полевых исследований включают в себя: фотоматериалы околоводных и водных растительных сообществ; данные, отражающие состояние промысловых ресурсов: результаты обловов промысловыми орудиями лова (тралы, ставные сети, мальковые невода, ловушки), видовые анализы состава уловов, биологические анализы и массовые промеры, а также гидробиологические материалы (результаты обработки проб фито- и зоопланктона, зообентоса); фиксированные координаты точек с помощью GPS.

Блок данных «антропогенные факторы» содержит следующую информацию: показатели загрязняющих веществ, выпуски сточных вод, ТБО, свалки отходов, шлюзы и ГЭС, посты Вологодского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, оборудованные причалы, плотины. Дея-

тельность человека может оказывать значительное влияние на условия воспроизводства рыб на нерестилищах.

Помимо этого в БД представлена информация об уровнях воды за разный период, дана морфометрическая характеристика водных объектов, представлены батиметрические карты на водоемы области.

В основе БД лежат снимки земной поверхности. Для верификации снимка в полевых условиях используются мобильные ГИС с предварительно подготовленными тематическими картами на конкретные участки исследуемой территории. В итоге исходные снимки ДДЗ получают атрибутивную информацию о количественных показателях ихтиофауны и кормовой базы.

Нерест большинства видов рыб в водоемах Вологодской области происходит в весенне-летний период и начинается при определенных температурах и уровнях воды [5]. Поэтому важно проводить изучение нерестилищ, включая определение их границ, сбор ихтиологического материала, исследование кормовой базы, описание и фотофиксация растительности в определенные сроки.

Оформление, публикация и работа с БД. БД «Нерестилища фитофильных рыб в Белом озере» для ресурсных исследований Вологодской лаборатории ФГБНУ ГосНИОРХ подготовлена в среде ArcGis. При наличии полнофункционального программного обеспечения возможно редактирование подготовленного проекта, включая создание и добавление новых векторных данных.

При отсутствии коммерческого ГИС пакета использование материалов предполагает еще несколько вариантов работы с данными. Исходные данные организованы в формат, доступный для большого количества приложений: векторные в ESRI шейп (*.shp) и в таблицах Microsoft Excel (*.xls). Таким образом, возможна комбинация исходных данных на любом программном обеспечении в произвольном порядке.

Материалы базы геоданных также организованы в проект приложения ArcReader, что позволяет осуществлять работу даже без навыков работы с ГИС и наличия платного программного обеспечения.

Заключение. БД «Нерестилища фитофильных рыб в Белом озере» является совокупностью разнотипных, разномасштабных данных, оформленных в единую информационную среду. Основой БД являются данные ДДЗ, верифицированные по полевым исследованиям. Благодаря комбинации растровых и векторных слоев с полевыми материалами достигается удобство в работе с БД за счет возможностей современных ГИС.

Эффективным приемом дешифрирования ДДЗ при выявлении нерестовых участков фитофильных видов рыб являются полевые исследования предварительно определенных участков (ключевых) с ориентацией по мобильным ГИС, содержащих классифицированные снимки Landsat.

Литература

1. BIODIV - Информационная система "Биоразнообразие России" // http://www.zin.ru/BioDiv/index.html (дата обращения: 31.10.13);

2. National Aeronautics and Space AdministrationGoddard Institute for Space Studies // http://data.giss.nasa.gov/ (дата обращения: 31.10.13);

3. ZOODIV - Всероссийская информационная система по биоразнообразию животных // http://www.zin.ru/ZooDiv/index.html (дата обращения: 31.10.13);

4. ZOOINT - интегрированная система зоологических баз данных // http://www.zin.ru/projects/zooint_r/index.html (дата обращения: 31.10.13);

5. Борисов М.Я., Коновалов А.Ф., Тропин Н.Ю., Филоненко И.В. Современное состояние рыбных ресурсов озера Воже (Вологодская область) // Современное состояние биоресурсов внутренних водоемов. Материалы докладов I Всероссийской конференции с международным участием. 12-16 сентября 2011 г., Борок, Россия. – М: АКВАРОС, 2011. С. 86-90.

6. Геоинформационная система "Метеоизмерения онлайн //http://thermo.karelia.ru (дата обращения: 31.10.13);

7. Геологической службы США (USGS) // http://glovis.usgs.gov (дата обращения: 28.10.13);

8. Ивичева К. Н., Филоненко И. В. Анализ влияния освоенности речных бассейнов на качество вод методами ГИС // Принципы экологии.- 2012.- № 2.- С. 76–81.

9. Картографирование биоразнообразия // География и мониторинг биоразнообразия / Под ред. Н.С Касимова.- М.: Издательство Научного и учебно-методического центра.- 2002.- С. 216-243.

10. Комаров А.С., Андриенко Г.Л., Андриенко Н.В., Брынских М.Н., Орлинский Д.Б., Благовидов А.К. Информационно-аналитическая система "Заповедник". Пущино, 1994.- 51 с.

11. Коновалов А. Ф., Филоненко И. В., Борисов М. Я., Тропин Н. Ю. Особенности распределения рыб по акватории Белого озера // Поведение рыб. Материалы докладов IV Всероссийской конференции с международным участием. 19-21 октября 2010 г., Борок, Россия. - М: АКВАРОС, 2010.- С. 128-132 с.

12. Погода и климат // http://www.pogodaiklimat.ru (дата обращения: 31.10.13);

13. Сервер "Погода России" // http://meteo.infospace.ru (дата обращения: 31.10.13);

14. Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – мировой центр данных) // http://cliware.meteo.ru **(**дата обращения: 28.10.13);

МОНИТОРИНГ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

М.А. Кротова
Научный руководитель ***Т.К. Карандашева****, канд.геогр.наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В настоящее время проблема антропогенного загрязнения окружающей природной среды (ОПС) стоит весьма остро. Основные стационарные источники загрязнения ОПС - предприятия. В исследовании в качестве показателей антропогенного загрязнения предлагается использовать показатели выбросов, сбросов и отходов предприятий территории. Во-первых, информация по выбросам, сбросам и отходам предприятий доступна и достаточно представительна для статистического анализа. Во-вторых, показатели выбросов, сбросов и отходов комплексно характеризуют антропогенное загрязнение ОПС: атмосферы, гидросферы и педосферы. Оценка динамики выбросов, сбросов и отходов предприятий позволяет оценить антропогенное загрязнение территории по всем трем сферам. Цель исследования - районирование территории Вологодской области по динамике антропогенного загрязнения. Исходными данными для настоящего исследования послужили данные комплексных территориальных кадастров природных ресурсов Вологодской области [1].

Динамика выбросов, сбросов и отходов предприятий рассматривалась для каждого из 26 районов области и двух городов Вологды и Череповца. Уровни ряда динамики формируются под влиянием многих факторов, одни из которых определяют тенденцию развития, а другие - вариацию [2]. В настоящей работе, если тенденция развития явления явно и отчетливо отражалась уровнями динамического ряда, т.е. уровни изучаемого периода непрерывно росли или непрерывно снижались, то для определения общей тенденции был применен линейный тренд. Для проверки значимости уравнения линейного тренда в целом, т.е. проверки адекватности модели, был применен критерий Фишера [2]. Установлено, что для показателей выбросов, сбросов и отходов предприятий линейный тренд с вероятностью 95% отображает основную тенденцию исследуемого ряда динамики. Если уровни ряда то возрастали, то убывали, и общая тенденция развития неясна, то была оценена вариация ряда с помощью относительного показателя вариативности (колеблемости) уровней, аналогичного коэффициенту вариации [2]:

$$V = \frac{\sigma}{\overline{X}} \times 100\% ,$$

где σ - среднее квадратическое отклонение, $\overline{X}$ - средний уровень ряда.

Принята следующая качественная оценка различных значений коэффициента вариации: до 10% - слабая колеблемость, 10-25% - умеренная, свыше 25%- высокая [3].

За период с 1996 по 2008 гг. для оценки динамики антропогенного загрязнения территории по показателям выбросов, сбросов и отходов предприятий были приняты следующие градации: 1) тенденция к снижению показателя; 2) стабильность (коэффициент вариации показателя до 10%); 3) отклонения от стабильности (коэффициент вариации от 10 до 25%); 4) нестабильность (коэффициент вариации показателя более 25%); 5) тенденция к росту показателя.

В предыдущих исследованиях [4] был проведен анализ динамики антропогенного загрязнения территории Вологодской области на основании данных о выбросах, сбросах и отходах предприятий области за период 1996-2008 гг. В настоящее время появилась возможность проанализировать более представительные временные ряды (1996-2011 гг.), и сопоставить новые данные с ранее полученными результатами. Такой мониторинг динамики антропогенного загрязнения Вологодской области позволит выявить территории со стабильной и нестабильной динамикой антропогенного загрязнения.

За период с 1996 по 2011 гг. для оценки динамики антропогенного загрязнения территории по показателям выбросов, сбросов и отходов предприятий были приняты следующие градации: 1) тенденция к снижению показателя; 2) отклонения от стабильности (коэффициент вариации показателя от 10 до 25 %); 3) нестабильность (коэффициент вариации показателя более 25 %); 4) тенденция к росту показателя.

Каждая территория оценивалась по совокупности трех показателей динамики антропогенного загрязнения, были приняты следующие градации:

Район (белый) – антропогенное загрязнение снижается.

Район (светло-серый) – загрязнение двух сфер (атмо- и гидро-, или атмо- и педо-) снижается, загрязнение одной сферы (педо- или гидро-) – нестабильно или растет.

Район (серый) – загрязнение одной сферы (атмо- или гидро-) снижается, загрязнение двух сфер (атмо- и педо- или гидро- и педо-) отклоняется от стабильности, нестабильно или растет.

Район (темно-серый) – антропогенное загрязнение нестабильно.

На значительной территории Вологодской области – в 18 районах и в г. Вологде - динамика антропогенного загрязнения сохраняет свои тенденции (рис.).

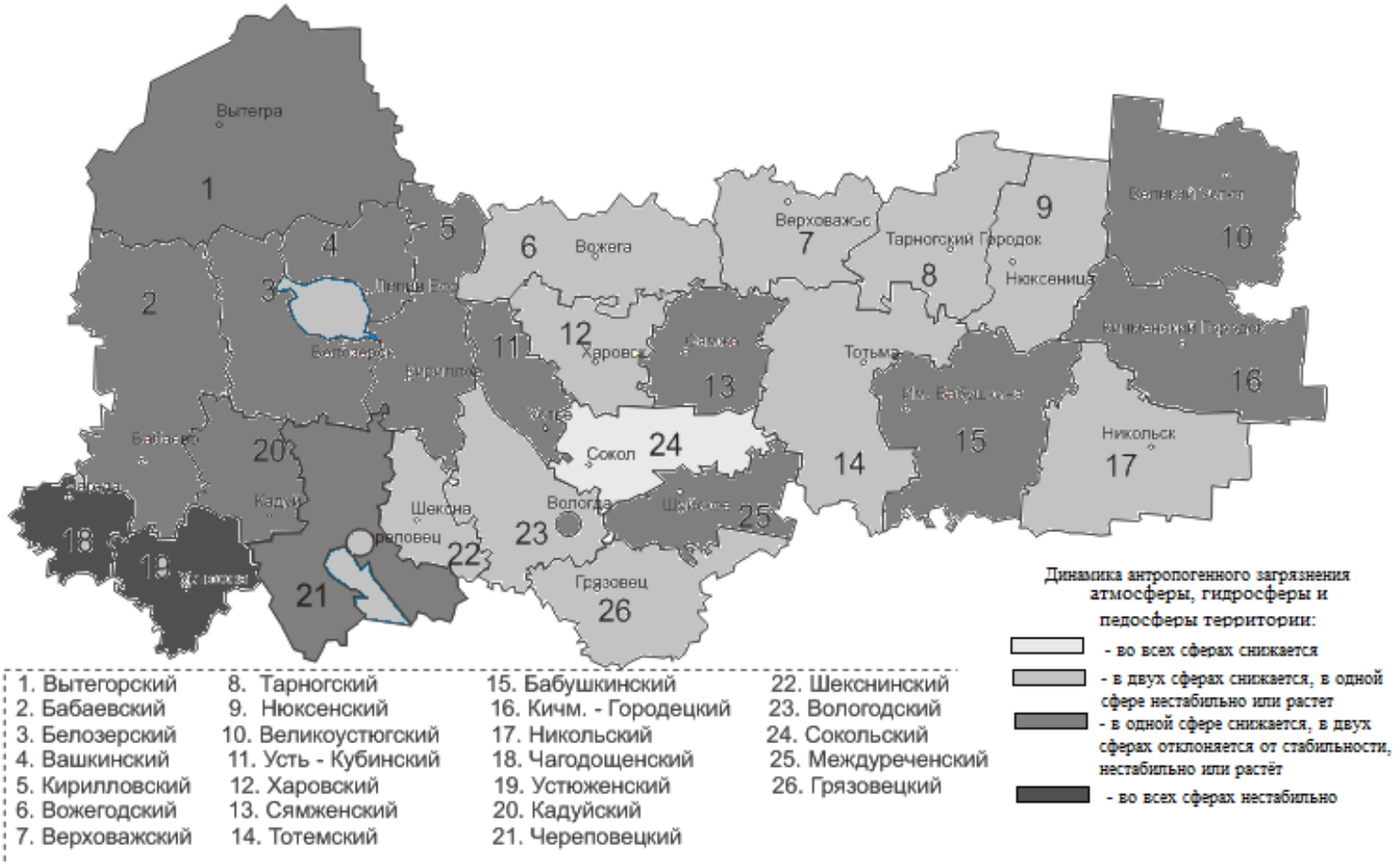


Рис. Районирование территории области по динамике антропогенного загрязнения

На отдельных территориях центральной (Шекснинский, Харовский, Грязовецкий районы) и восточной (Верховажский, Тотемский, Тарногский, Нюксенский, Никольский районы) частей Вологодской области антропогенное загрязнение атмосферы и гидросферы сохраняет тенденцию снижения или стабильно, при этом загрязнение педосферы – сохраняет тенденцию роста или нестабильно.

На отдельных территориях западной (Кадуйский, Белозерский, Вашкинский, Кирилловский), центральной (Междуреченский, Сямженский районы и г. Вологда) и восточной (Бабушкинский и Кичменгско-Городецкий районы) частей Вологодской области антропогенное загрязнение атмосферы или гидросферы сохраняет тенденцию к снижению, при этом загрязнение гидросферы и педосферы или атмосферы и педосферы сохраняет тенденцию роста или нестабильно.

На крайней юго-западной территории Вологодской области (Устюженский и Чагодощенский районы) антропогенное загрязнение всех трех сфер сохраняет тенденцию роста или нестабильно.

На территории восьми районов Вологодской области и в г. Череповце динамика антропогенного загрязнения изменилась, причем в шести районах ситуация улучшилась, в двух районах и в г. Череповце – ухудшилась.

Ситуация с антропогенным загрязнением улучшилась, потому что наметилась тенденция снижения выбросов (Череповецкий, Вологодский и Вожегодский районы), сбросов (Вытегорский и Великоустюгский районы), отходов (Сокольский район) предприятий территории.

Ситуация с антропогенным загрязнением ухудшилась и потому что выбросы (Бабаевский район), сбросы (г. Череповец и Усть-Кубинский район) предприятий территории, ранее имевшие тенденцию к снижению или некоторую стабильность, стали очень нестабильны.

В результате в Сокольском районе антропогенное загрязнение снижается. В Вологодском и Вожегодском районах и г. Череповце антропогенное загрязнение двух сфер (атмо- и гидро-) снижается, загрязнение одной сферы (педо- или гидро-) – нестабильно или растет. В Вытегорском, Бабаевском, Череповецком, Усть-Кубинском и Великоустюгском районах антропогенное загрязнение одной сферы (атмо- или гидро-) снижается, загрязнение двух сфер (атмо- и педо или гидро- и педо-) отклоняется от стабильности, нестабильно или растет.

Таким образом, мониторинг динамики антропогенного загрязнения Вологодской области позволил выявить территории со стабильной (Бабушкинский, Белозерский, Вашкинский, Верховажский, Грязовецкий, Кадуйский, Кирилловский, Кичменгско-Городецкий, Междуреченский, Никольский, Нюксенский, Сямженский, Тарногский, Тотемский, Устюженский, Харовский, Ча-

годощенский и Шекснинский районы и г. Вологда) и нестабильной (Бабаевский, Великоустюгский, Вожегодский, Вологодский, Вытегорский, Сокольский, Усть-Кубинский и Череповецкий районы и г. Череповец) динамикой антропогенного загрязнения.

Литература

1. Комплексный территориальный кадастр природных ресурсов Вологодской области / Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Вологодской области. - Вологда, 1997 - 2012.

2. Теория статистики: учебник / под ред. проф. Г.Л. Громыко. - М.: ИНФРА – М., 2000.- 414 с.

3. Колтынюк, Б.А. Инвестиции: учебник /Б.А. Колтынюк. - СПб.: Изд-во Михайлова В.А., 2003. - 848 с.

4. Карандашева, Т.К. Районирование территории Вологодской области по динамике и уровню антропогенного загрязнения / Т.К. Карандашева, Е.И. Федченко // Проблемы устойчивого развития регионов республики Беларусь и сопредельных стран: сборник научных статей второй Международной научно-практической конференции. – Могилев: МГУ, 2012. – С. 50-53.

ВОДОПРОВОДНАЯ ВОДА ГОРОДА ВОЛОГДЫ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОС

С.В. Лаптев

Научные руководители: ***С.М. Чудновский,*** *канд. техн. наук, доцент*

Г.А. Тихановская*. канд. биол. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Основным средством обеспечения питьевой водой населения города Вологды является городской централизованный водопровод, вода в который поступает из поверхностных источников - рек Вологды и Тошни (запрещено Санитарно-эпидемиологическим надзором), озера Кубенского. Согласно установленному порядку вода, поступающая к потребителю после прохождения системы водоподготовки, должна соответствовать определенным требованиям.

Проблема снабжения населения качественной питьевой водой будет являться актуальной во все времена, поскольку вода – это залог здоровья населения.

Данное исследование проведено в рамках магистерской программы «Глобальные экологические проблемы», в основу принят экологический ин-

дикатор устойчивого развития техногенного характера. Исследование проводилось при помощи химико-аналитического метода. Объектом исследования была выбрана вода централизованного водопровода города Вологды.

Целью данной работы является определение степени соответствия качества водопроводной воды г. Вологды требованиям нормативных актов (ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» [1], ГН 2.1.5.2280-07 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» [2], ГН 2.1.5.2307-07 «Ориентировочные допустимые уровни (ОДУ) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно – бытового водопользования» [3].)

При достижении поставленной цели решались следующие задачи:

1. Выявление несоответствий качества воды указанным выше требованиям;
2. Определение причин отмеченных несоответствий;
3. Анализ возможных последствий употребления воды, не соответствующей требованиям по определяемым показателям;
4. Определение путей снижения концентрации веществ, содержание которых не отвечает заявленным требованиям.

Исследованиям качества и методам улучшения водопроводной воды города Вологды посвящены многие работы, проводимые на кафедрах химии и комплексного использования и охраны природных ресурсов Вологодского государственного университета.

Для проведения исследования 17 мая 2013 года в детском саду № 99 «Почемучка», расположенному по адресу ул. Ярославская дом 22 «а», из централизованного водопровода был произведен отбор проб. Точкой отбора являлась внутренняя сеть. Отбор проб был выполнен в соответствии с требованиями установленными ГОСТ Р 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб», ГОСТ Р 51593 – 2000 «Вода питьевая. Отбор проб» и ГОСТ Р 53415 – 2009 (ИСО 19458:2006) «Вода. Отбор проб для микробиологического анализа».

По результатам испытаний было выявлено несоответствие водопроводной воды по следующим нормируемым показателям:

1) алюминий - 0,43 мг/л (при норме не более 0,2 мг/л)
2) хлороформ - 0,233 мг/л (при норме не более 0,06 мг/л).

В данном случае алюминий появляется в водопроводной воде в виде гидроксида в результате неверного подбора дозы сернокислого алюминии в качестве коагулянта.

Поскольку ПДК территориально не дифференцированы и не учитывают гидрологические особенности регионов, а также принимая во внимание установленные для Вологодской области пролонгации относительно качества водопроводной воды, требования по содержанию алюминия снижаются до 0,5 мг/л. В связи с вышесказанным, можно считать воду вологодского водопровода безопасной с точки зрения содержания в ней алюминия.

Хлороформ (трихлорметан), всегда присутствует в обработанной водопроводной воде, что обусловлено воздействием активного хлора, подаваемого на ВОС, на органические вещества, присутствующие в поверхностной воде. И если сам остаточный хлор быстро улетучивается из воды, то трихлорметан остается в ней надолго, образуя азеотропную (неразделимую) смесь с водой, что требует дополнительную очистку.

В водопроводной воде города Вологды наблюдается значительное превышение хлороформа - более чем в 3 раза. Указанное несоответствие вероятно обусловлено вынужденным излишним хлорированием на ВОС, поскольку вода, поступающая из поверхностных источников, содержит большее количество органики, чем должно и может быть, а качество водопроводных сетей города оставляет желать лучшего.

Известно, что хлороформ в бытовых условиях воздействует на человека несколькими путями: не только энтерально, но и через легкие с вдыхаемым воздухом. Причина же итогового комплексного поступления хлороформа в организм одна - его присутствие в питьевой воде.

Учеными доказаны отдаленные эффекты воздействия хлороформа на здоровье человека (канцерогенность).

Снизить концентрацию хлороформа в водопроводной воде возможно путем:

1. Снижения количества образующегося метана в процессе очистки воды, за счет восстановления барабанных сеток на всех блоках очистных сооружений либо иным другим способом предотвратить поступление большого количества органики на ВОС.

2. Исключения образование хлорметана в процессе очистки воды, за счет снижения интенсивности хлорирования воды, что будет допустимо только при условии капитального ремонта водопроводных сетей города

3. Исключения воздействия ультрафиолета на воду, в которой содержится хлорметан.

Таким образом, снижение содержания хлороформа в питьевой воде является решаемой задачей.

Выводы:

1. Качество водопроводной воды города Вологды соответствует необходимым требованиям по всем определяемым показателям за исключением содержания хлороформа - 0,233 мг/л (при норме не более 0,06 мг/л).

2. Причины несоответствия вызваны особенностями водоподготовки, методы которой не соответствуют качеству исходной воды, а также обусловлены техническим состоянием ВОС и водопроводных сетей города.

3. Первоочередной задачей для снижения содержания хлороформа в водопроводной воде города Вологды является ремонт сетей и реконструкция очистных сооружений.

Литература

1. **ГН 2.1.5.1315-03** Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. – Введ. 30.04.2003 г.

2. **ГН 2.1.5.2280-07** Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. – Введ. 22.11.2007 г.

3. **ГН 2.1.5.2307-07** Ориентировочные допустимые уровни (ОДУ) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно – бытового водопользования. – Введ. 19.12.2007 г.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА МЕДИЦИНСКИХ ОТХОДОВ

Е.И.Лукашенко, Ю.А.Орсичева

Научный руководитель ***М.Ф.Умаров****, д-р физ-мат. наук, профессор*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Спектр медицинских отходов достаточно велик. К ним можно отнести как остатки лекарств, которые мы выбрасываем в урны, так и все медицинские отходы лечебно-оздоровительных учреждений: предметы ухода за больными, шприцы, бинты, кровь, экскременты, ткани человеческого тела и многое другое.

Проблема переработки медицинских отходов в настоящее время актуальна во всем мире. Около 2% твердых бытовых отходов составляют медицинские. В нашей стране ежегодно образуется от 0,6 до 1 млн. медицинских отходов в год.

При этом увеличивается номенклатура применяемых препаратов, объемы и степень опасности отходов, образующихся в результате деятельности медицинских учреждений. В связи с этим возрастает опасность эпидемий. Эта проблема, носящая многоплановый характер, претерпела за последние полвека качественные изменения.

В настоящее время ряд фирм западных стран разработали единую комплексную систему, которая обслуживает всю цепочку: сбор, упаковка, транспортировка и переработка отходов.

В РФ вопросам сбора и удаления медицинских отходов уделялось недостаточное внимание. При этом наблюдались потери при сборе и транспортировке, антисанитарное состояние мусоровозов, открытое хранение отходов, складирование их на полигонах захоронения твердых отходов, которые создавали реальную угрозу здоровью населения.

В связи этим, перед нами была поставлена цель: предложить свои варианты решения вышеприведенной проблемы.

Сейчас в РФ существует только один документ регулирующий работу в области медицинских отходов [1]. Этим документом и руководствуются все лечебно-профилактические учреждения (ЛПУ), а также организации по утилизации мусора. Он уже устарел и требует изменений и дополнений.

Как известно, медицинские отходы очень опасны.

1. В составе медицинских отходов ЛПУ могут находиться возбудители инфекционных заболеваний. Вирусы распространяются по воздуху, попадают в воду, что непременно приводит к печальным последствиям.
2. К медицинским отходам относятся инъекционные иглы и шприцы, не подверженные утилизации, они могут быть использованы повторно. Миллионы людей во всем мире приобретают таким путем различные опасные заболевания (гепатит, СПИД).
3. Всего лишь в 1 г медицинских отходов живет 200-300 млрд. микроорганизмов, притом длительность их выживания достаточно велика.
4. Медицинские отходы больниц содержат токсичные или даже радиоактивные вещества. Со свалок и полигонов эти вещества попадают в почву, воду и воздух, нанося огромный вред экологии.

Класс опасности медицинских отходов определяется не так, как в случае с другими отходами. Дело в том, что в Федеральный каталог классификации отходов они внесены под одним кодом и никак не разграничены в зависимости от химических компонентов. Поэтому возникла необходимость разработки специального документа, который мог бы классифицировать отходы ЛПУ и устанавливать требования по обращению с ними. Таким документом стал [1], согласно которому все медицинские отходы больниц по степени эпидемической, токсической и радиационной опасности делятся на 5 классов.

Класс А – неопасные отходы. К ним относятся пищевые отходы больниц, неинфекционный инвентарь, мебель, строительный мусор. Могут собираться как в одноразовые пакеты, так и в многоразовые емкости, как обычные бытовые отходы. Подвергаются термическому обезвреживанию или захоронению на полигоне.

Класс Б – потенциально опасные отходы. Здесь речь идет об отходах, инструментах и материалах, загрязненных какими-либо выделениями. Такие отходы

собираются только в одноразовую упаковку. Транспортировка в открытом виде запрещена. Должны подвергаться термическому обезвреживанию.

Кдасс В – чрезвычайно опасные отходы. В эту группу входят материалы и инвентарь, контактировавший с больными, переносящими опасные инфекции. Такие медицинские отходы больниц должны расфасовываться в емкости со специальной маркировкой, обязательно подвергаются термическому обезвреживанию.

Класс Г – отходы по составу близкие к промышленным. К ним относят ртутьсодержащие предметы, остатки лекарственных препаратов, просроченные дезсредства и лекарственные средства. Должны упаковываться и транспортироваться в герметичных контейнерах и подвергаться утилизации.

Класс Д – радиоактивные отходы. Сюда входят медицинские отходы ЛПУ**,** в составе которых содержатся радиоактивные вещества. Сбор, хранение и транспортировка таких отходов должна производиться в соответствии с правилами работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений [2].

Сжигание – тоже не выход из ситуации. При сгорании медицинские отходы могут выделять в воздух различные опасные, вредные вещества. Это можно рассмотреть на примере одноразовых медицинских шприцов. Они изготавливаются из полипропилена, имеющего следующую химическую формулу $n CH_2=CH(CH_3) \rightarrow [-CH_2-CH(CH_3)-]_n$ [2]. Полипропилен, при горении выделяет пропилен, который вызывает наркоз и оказывает токсическое и мутагенное воздействие. Поэтому они обязательно должны подвергаться утилизации с помощью различных современных технологий и специального оборудования.

На данный момент все существующие методы утилизации медицинских отходов можно разделить на термические и альтернативные.

К термическим методам утилизации медицинских отходов относятся:

- Инсинерация – сжигание. Самый устаревший и опасный метод. Приводит к загрязнению атмосферы диоксинами, ртутью, частицами тяжелых металлов. После сжигания остается зола, которая впоследствии отправляется на полигоны.
- Пиролиз – термический метод, предусматривающий предварительное разложение органических веществ, входящих в состав отходов в бескислородной среде. В результате образуется концентрированная парогазовая смесь, проходящая процедуру дожига. Это позволяет значительно уменьшить токсичность веществ либо сделать их абсолютно безопасными. Этот метод исключает выброс диоксинов в атмосферу.

• Плазменная технология – утилизация отходов в плазменных установках с использованием электрического тока. Этот метод пока находится в разработке и на практике не применяется.

Помимо термических методов на сегодняшний день разработано около 40 альтернативных технологий утилизации медицинских отходов. Для этого применяется более 70 видов различных установок. Вот некоторые альтернативные методы утилизации:

• Химическая утилизация - нейтрализация посредством воздействия на отходы специальных химических веществ. В результате медицинские отходы теряют свою эпидемиологическую опасность. Однако проблема в том, что оставаясь безопасным в инфекционном плане, метод опасен токсикологически. Конечный продукт, выделяющийся из большинства химических утилизаторов, является опасным отходом.

• Термохимическая утилизация – метод, в котором сочетается измельчение отходов, их нагревание и дезинфекция. Этот вид утилизации подходит для отходов класса Б и В.

• Стерилизация – утилизация медицинских отходов с помощью специальных паровых установок – автоклавов. Современные стерилизаторы оснащены измельчающими устройствами и позволяют значительно уменьшить количество отходов, а также обеззаразить их.

• Утилизация с помощью комбинированных установок – воздействие на отходы одновременно водяного пара и СВЧ - излучения. Эта технология позволяет обезвреживать медицинские отходы даже в герметично закрытых емкостях.

То, что медицинские отходы должны подвергаться переработке, сомнению не подлежит. Проблема усугубляется отсутствием организационной и финансовой поддержки. Экологи считают, что это проблема медиков, у медиков же отсутствует соответствующая инфраструктура и финансирование. Выходом из этой ситуации может стать решение локальных задач в конкретных ЛПУ.

На наш взгляд, основными критериями при выборе метода утилизации медицинских отходов и соответствующего оборудования могут быть следующие:

- качественный состав отходов и их количество;
- безопасность и экологическая чистота метода;
- максимальное уменьшение объёма отходов на выходе и их полная обеззараженность;
- абсолютная невозможность повторного использования компонентов перерабатываемых отходов после завершения обработки;
- возможность установки оборудования непосредственно в ЛПУ при минимальных затратах на подготовительные работы;

- объем средств, которые предполагается затратить на приобретение оборудования и уровень планируемых начальных и последующих эксплуатационных.

Литература

1. СанПиН 2.1.7.728–99 1999г. «Правила сбора, хранения и удаления отходов лечебно-профилактических учреждений».

2. Утилизация медицинских отходов (больниц и лечебно-оздоровительных учреждений) http://ecobrain.ru/othodi/utilization-of-med.

МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ЧАГОДОЩЕНСКОГО РАЙОНА

И.П. Люгина

Научный руководитель ***Л.Г. Рувинова*** *д-р биол. наук, профессор*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

По определению Всемирной организации здравоохранения, здоровье – это состояние полного физического, психологического и социального благополучия [1]. Состояние здоровья населения – важнейший показатель качества жизни. Уровень заболеваемости зависит от многих факторов и определяется прежде всего, экономическими и социальными условиями, экологической обстановкой и уровнем медицинской помощи в местах проживания, вспышками эпидемий [2].

В настоящее время актуальной является комплексная оценка здоровья населения различных территорий, которая позволяет объективно выявить ведущие из вышеуказанных факторов, оказывающих влияние на структуру заболеваемости населения.

Целью работы является изучение медико-экологических аспектов здоровья населения Чагодощенского района.

Исходя из цели, были поставлены задачи:

- анализ структуры заболеваемости населения Чагодощенского района по основным классам в различных возрастных группах;

- выявление экологических факторов, влияющих на здоровье населения.

В процессе работы использовался описательный метод для характеристики района и техногенных факторов, оказывающих воздействие на здоровье населения и окружающую среду, аналитический и статистический метод медицинского учета распространения заболеваний.

Чагода – поселок городского типа, расположенный на р. Чагодоще, центр Чагодощенского района Вологодской области. В поселке находится Чагодощенский стекольный завод, который на протяжении длительного времени

являлся одним из крупнейших поставщиков оконного стекла во многие области и республики бывшего СССР.

В качестве топлива на Чагодощенском заводе применялся генераторный газ, а в качестве первичного топлива применялись дрова всех пород деревьев, также использовался торф, в основном марки «Г». Образующийся таким образом газ содержит большое количество побочных продуктов – паров воды, различных смол, механических частиц золы и шлака и т.д. [3].

Также на Чагодощенском стекольном заводе на цели очистки уходило большое количество воды. Содержащая большое количество смол и взвешенных частиц вода направлялась в небольшие понижения рельефа на территории завода – старичные русла р. Чагодощи, которые постепенно заполнились, образовав нынешние «смоляные озера». В дальнейшем промышленные стоки, исчерпав емкость естественных накопителей, стали уходить в русло реки напрямую и накапливаться в донных отложениях [3]. Таким образом, р. Чагодоща находится в непосредственном соприкосновении со свалкой смоляных отходов Чагодощенского стеклозавода, что может оказывать существенное влияние на качество воды.

Фактические объемы сбросов в водоемы Чагодощенского района в 2011 г. составили 61,330 т.; выбросы от стационарных источников – 1988,339 т.; размещения (в т.ч. захоронения) отходов – 8995,190 т. Основную массу выбросов в атмосферу составили выбросы от стекольных заводов и учреждений жилищно-коммунального хозяйства района [4].

Значительная загрязненность окружающей среды Чагодощенского района негативно сказывается на здоровье населения.

Анализ структуры заболеваемости населения проводился по данным статистического медицинского учета.

В Чагодощенском районе наблюдается высокий уровень заболеваемости населения. Исходя из имеющихся данных, прослеживается тенденция роста числа заболевших во всех возрастных группах населения за рассматриваемый период времени. С наибольшей скоростью увеличивается число случаев заболевания детей и подростков (рис.).

Структура заболеваемости населения Чагодощенского района по основным классам представлена в таблице.

В структуре заболеваемости детского населения преобладают болезни органов дыхания (58,3%).

В структуре заболеваемости подростков преобладают болезни органов дыхания (38,3%) и болезни глаза (20,8%).

В структуре заболеваемости взрослого населения Чагодощенского района преобладают болезни системы кровообращения (16,1%), болезни глаза (15%), болезни органов дыхания (14,7%). Также для данной группы населения расширяется круг заболеваний, и уже 3,3% приходится на ишемическую болезнь сердца и 3,8% на цереброваскулярные болезни.

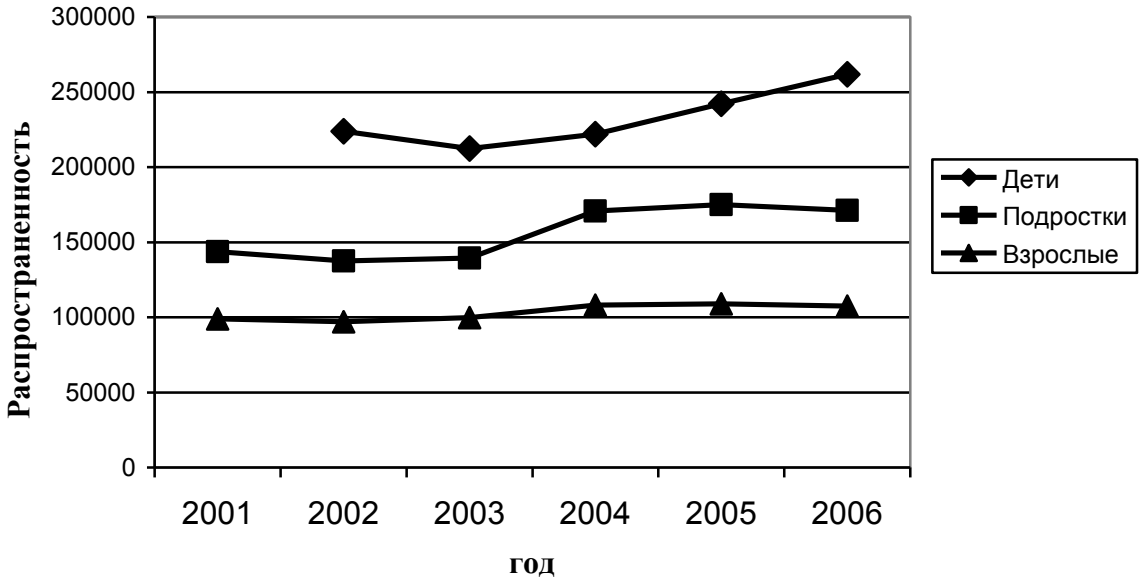


Рис. Динамика заболеваемости населения Чагодощенского района

Среди детского населения и подростков Чагодощенского района наблюдается высокий уровень врожденных аномалий, деформаций и хромосомные нарушения. Причиной может служить совместное действие факторов загрязнения окружающей природной среды.

Хронические заболевания органов дыхания, наблюдаемые во всех возрастных группах населения рассматриваемого района, в большей степени связаны с загрязненностью атмосферного воздуха. Существенное влияние на состояние атмосферного воздуха в районе оказывают выбросы автотранспорта и выбросы от стационарных источников. Наибольшая доля выбросов от автотранспорта приходится на районный центр, а также на территорию, прилегающую к автомагистрали федерального значения Вологда - Новая Ладога.

Причиной сердечнососудистых заболеваний, заболеваний кроветворной и эндокринной систем является совместное действие различных факторов загрязнения окружающей природной среды, в том числе шума.

Анализируя имеющиеся данные можно сделать ряд выводов:

- в Чагодощенском районе наблюдается высокий уровень заболеваемости населения;

- в структуре заболеваемости детского населения Чагодощенского района преобладают болезни органов дыхания; в структуре заболевания подростков – болезни органов дыхания, болезни глаза; в структуре заболевания взрослого населения – болезни системы кровообращения, болезни глаза, болезни органов дыхания;

- высокий показатель заболеваемости детского населения свидетельствует о неблагополучной экологической обстановке в районе, так как дети – это наиболее чувствительная группа, которая является индикатором здоровья населения;

- причиной многих болезней являются загрязнение атмосферного воздуха, воды и почвы;

- основную массу выбросов в атмосферу составили выбросы от автотранспорта, Чагодощенского стекольного завода и учреждений жилищно-коммунального хозяйства района.

Таблица

Структура заболеваемости населения Чагодощенского района по основным классам (%)

Наименование заболеваемости	Дети (0 – 14 лет включительно)	Подростки (15 – 17 лет включительно)	Взрослые (18 лет и старше)
Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	4,4	1,3	1,8
Новообразования	0,2	0,1	2,5
Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунные механизмы	3,1	0,5	2
Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена	4,2	7,5	2,1
Психические расстройства и расстройства поведения	1,1	3,6	4,4
Болезни нервной системы	3,1	5	1,6
Болезни глаза и его придаточного аппарата	8,3	20,8	15
Болезни уха	1,6	2,9	2
Болезни системы кровообращения	0,3	1,6	16,1
Болезни органов дыхания	58,3	38,3	14,7
Болезни органов пищеварения	5,6	6,3	6
Болезни кожи и подкожной клетчатки	3,3	1,3	2,2
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	0,3	1,1	8,2
Болезни мочеполовой системы	3,3	4,1	6,3
Беременность, роды и послеродовой период	0,1	0,3	3,4
Врожденные аномалии, деформации и хромосомные нарушения	0,7	0,9	0,1
Ишемическая болезнь сердца	-	-	3,3
Цереброваскулярные болезни	-	-	3,8
Симптомы, признаки и отклонения от нормы, не классифицированные в других рубриках	0,5	0,2	0,3
Травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин	1,6	4,2	4,2

Литература

1. Ручин, А.Б. Урбоэкология для биологов / А.Б. Ручин, В.В. Мещеряков, С.Н. Спиридонов. – М.: КолосС, 2009. – 195 .: ил.
2. Охрана окружающей среды: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / под ред. Я.Д. Вишнякова. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 288 с.
3. Оценка воздействия на окружающую среду смоляных отходов Чагодощенского стекольного завода и разработка рекомендаций по их обезвреживанию и использованию. – Вологда, 2004. – 98 с.
4. Комплексный территориальный кадастр природных ресурсов Вологодской области / Департамент природных ресурсов охраны окружающей среды Вологодской области – выпуск семнадцатый. – Вологда, 2012. – 436 с.

ОБЩАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ВОД РЕКИ ПЕЛЬШМЫ

Ю.В. Машихина
Научные руководители: ***Л.Н. Тимошенко,*** *доцент*
Г.А. Тихановская*, канд. биол. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Одной из важнейших практических задач современной экологии является контроль состояния водных объектов. Малые речные бассейны весьма чувствительны к антропогенной нагрузке и отвечают на эту нагрузку негативными изменениями, которые ухудшают или ограничивают водопользование. Загрязнение водоема промышленными и хозяйственно-бытовыми сточными водами вызывает ухудшение органолептических свойств воды в водоеме, гибель гидробионтов, нарушение естественных процессов самоочищения.

На водотоках Вологодской области антропогенная составляющая наиболее четко прослеживается там, где поступление сточных вод значительно превышает естественный их сток рек Коште, Пельшме, а также р. Вологде ниже г. Вологды [1].

Актуальность исследования загрязненности вод р.Пельшмы обусловлена тем, что в данный водоток поступают сбросы от ООСК (объединенных очистных сооружений канализации) МУП «Коммунальные системы», которые производят очистку сточных вод предприятий целлюлозно-бумажной промышленности (ОАО «Сокольский деревообрабатывающий комбинат», ООО «Сухонский ЦБК», ОАО «Сокольский ЦБК» и др.) и хозяйственно-бытовых сточных вод г. Сокола.

Программы мониторинга, наряду с контролем окружающей среды, базирующемся на определении загрязняющих веществ химическими методами,

включают в себя и наблюдения ответной реакции биоты на антропогенное воздействие. Поэтому данная работа проведена с целью интегральной оценки качества поверхностной воды р. Пельшмы по комплексу загрязняющих веществ, наблюдаемых сетью Государственной службы наблюдений Росгидромета, а также с целью установления мутагенной активности воды р.Пельшмы методами биотестирования.

Основными задачами работы являлись: сбор и обработка данных регулярных наблюдений мониторинга за химическим составом р. Пельшмы; расчет удельных комбинаторных индексов загрязнения воды; оценка качества и динамики загрязненности поверхностной воды; выявление генотоксического действия загрязнителей; изучение возможности самоочищения водоема; выявление причин загрязнения водотока.

Материалы исследования:

- ✓ Пробы воды р. Пельшмы из её нижнего течения 1км ниже сброса сточных вод с ООСК г. Сокола для гидрохимических исследований.
- ✓ Пробы воды из р. Пельшмы, отобранные в месте сброса сточных вод Сокольским ЦБК, выше и ниже сброса сточных вод, у автодорожного моста, вниз по течению от автодорожного моста – для определения мутагенной активности воды.

При выполнении данной работы использован метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по 13 основным гидрохимическим показателям на основе УКИЗВ (удельный комбинаторный индекс загрязненности воды), согласно РД 52.24.643-2002 «Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям» с применением программного комплекса «УКИЗВ–сеть» (табл.) [3].

При оценке загрязненности поверхностных вод использованы «Нормативы качества водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» [3].

Биотестирование включало определение генотоксичности (мутагенной активности вод) на основании подсчета аберраций хромосом в клетках корневой меристемы Allium cepa L. и количественной регистрации микроядер в клетках корневой меристемы Allium cepa L [2].

Для математико-статистической обработки данных был использован пакет прикладных программ Excel. При этом было принято во внимание, что линейная вероятностная зависимость случайных величин (в нашем случае удельный комбинаторный индекс загрязнения воды УКИЗВ) заключается в том, что при возрастании одной случайной величины другая (год наблюдений) имеет тенденцию возрастать (или убывать) по линейному закону. В общем случае, когда рассматриваемые величины связаны произвольной вероятностной зависимостью, линейный коэффициент корреляции (r) принимает значение в пределах $-1 < r < 1$. Тогда качественная оценка тесноты связи между переменными может быть выявлена на основе шкалы Чеддока [3].

Проведенный математико-статистический анализ данных мониторинга (величин УКИЗВ) р. Пельшмы показал следующее (табл.).

Таблица

Динамика величин УКИЗВ для р. Пельшмы

Год	р. Пельшма, г. Сокол	
	Значения УКИЗВ	Класс качества воды
1998	8,19	5 (экстремально грязная)
1999	8,78	5 (экстремально грязная)
2000	8,84	5 (экстремально грязная)
2001	8,65	5 (экстремально грязная)
2002	9,25	5 (экстремально грязная)
2003	8,51	5 (экстремально грязная)
2004	8,65	5 (экстремально грязная)
2005	8,31	5 (экстремально грязная)
2006	7,84	5 (экстремально грязная)
2007	8,12	5 (экстремально грязная)
2008	7,63	5 (экстремально грязная)
2009	7,29	5 (экстремально грязная)
2010	7,89	5 (экстремально грязная)
2011	8,30	5 (экстремально грязная)
2012	8,12	5 (экстремально грязная)

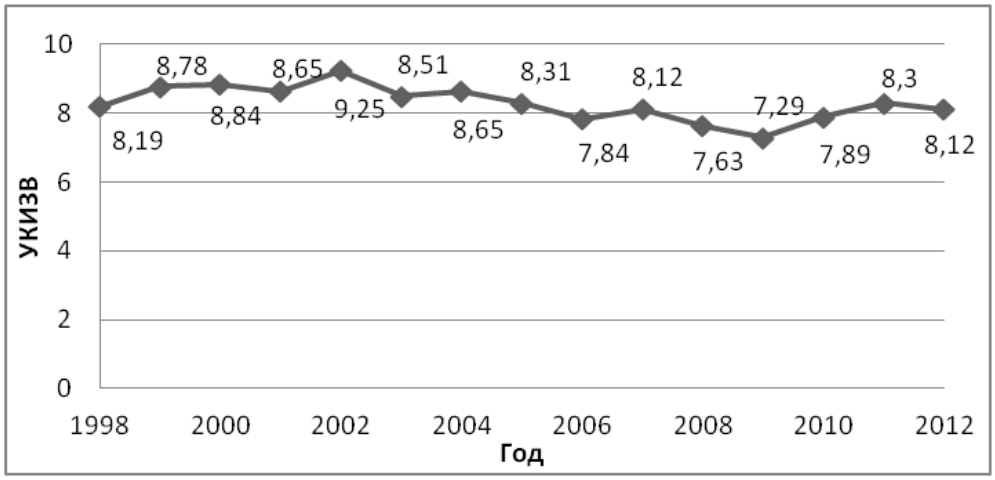


Рис.1. Динамика величин УКИЗВ р. Пельшмы

Для пункта наблюдений р. Пельшмы (г. Сокол) зафиксирована заметная теснота связи - коэффициент детерминации r^2=0,43, коэффициент корреляции r=0,66. Зафиксированы тренды снижения величин УКИЗВ (рис. 1). Несмотря на тенденцию уменьшения величин УКИЗВ, существенного изменения загрязненности воды не произошло. Вода р. Пельшмы и в 1998 г., и в 2011 г. характеризовались как «экстремально грязная».

Характерными загрязняющими веществами р. Пельшма являются органические вещества, азот аммонийный, железо, летучие фенолы, лигносульфонаты (рис.2).

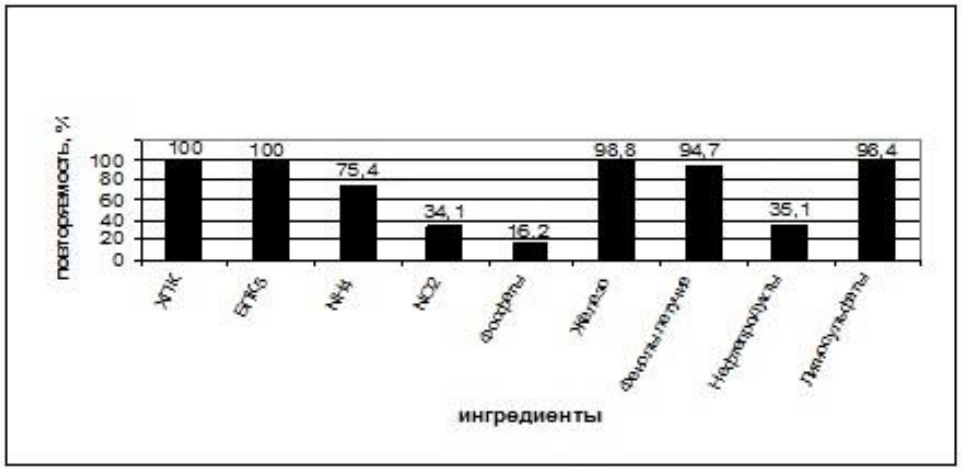


Рис.2. Повторяемость концентраций загрязняющих веществ выше 1 ПДК в воде р. Пельшмы

Таким образом, вода в реке Пельшме обладает в течение всего анализируемого периода очень высокой комплексностью загрязненности. Химический состав реки формируется под воздействием природных и антропогенных факторов. Значительный вклад в загрязнение поверхностных вод вносят легкоокисляемые и трудноокисляемые органические вещества, сульфаты, азот нитритный, азот аммонийный, соединения железа. Оценка состояния водного объекта указывает на то, что поверхностная вода относится к 5 классу качества (категория «экстремально грязная»).

Результаты биотестирования подтверждают данные о высокой комплексности загрязненности вод р.Пельшмы. На основании подсчета аберраций хромосом и количественной регистрации микроядер в клетках корневой меристемы Allium cepa L. было установлено, что в месте сброса сточных вод Сокольским ЦБК проявляется генотоксическое действие загрязнителей (количество клеток с аберрациями хромосом и с микроядрами в месте сброса сточных вод превысило в 6-10 раз фоновый уровень) (рис. 3).

От места сброса сточных вод Сокольским ЦБК и вниз по течению наблюдается постепенное снижение мутагенной активности воды р. Пельшмы до фонового уровня (рис. 3), из этого можно сделать вывод, что данный водоток обладает возможностью самоочищения.

Одной из главных причин высокого загрязнения воды р. Пельшмы является сброс сточных вод без очистки и недостаточно очищенных сточных вод в результате использования устаревших, малоэффективных методов очистки и обеззараживания, а также неудовлетворительная эксплуатация канализационных сооружений.

Оценка качества поверхностной воды свидетельствует о том, что для улучшения гидрохимического состояния р. Пельшмы необходимо снижение антропогенного воздействия на водный объект, принятие эффективных и тех-

нически обоснованных управленческих решений, осуществления мероприятий по охране водотока.

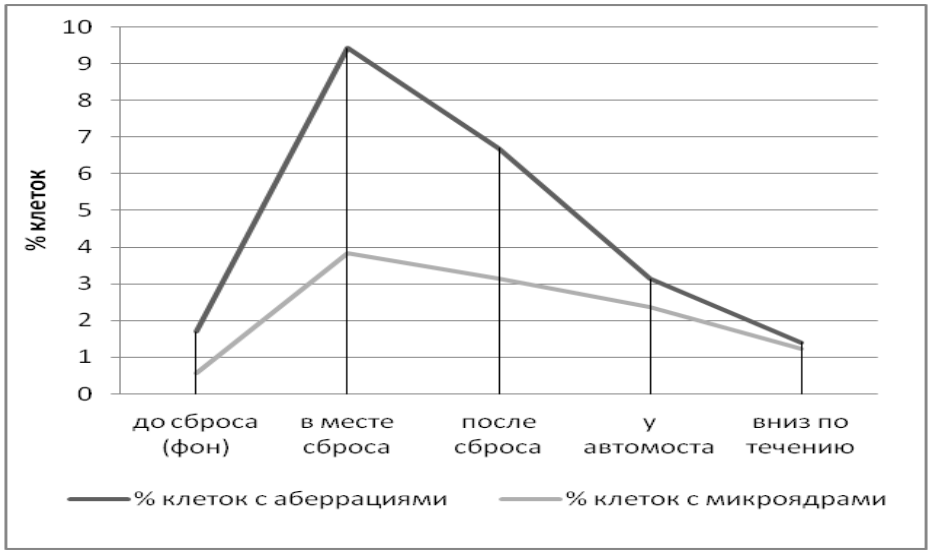


Рис.3. Изменение генотоксичности вод р.Пельшмы вниз по течению от сбросов Сокольского ЦБК

В целях сохранения окружающей среды и улучшения качества вод р. Пельшмы в г. Соколе необходимы:

1. Разработка и реализация программы по восстановлению водного объекта.

2. Проведение капитального ремонта и реконструкции действующих, а также строительство новых очистных сооружений сточных вод на промышленных, коммунальных объектах г. Сокола.

3. Усиление государственного контроля.

Литература

1. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Вологодской области в 2011 году / Правительство Вологодской области, Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Вологодской области.– Вологда, 2012.- 248 с.

2. Мелехова О.П. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование / О.П.Мелехова, Т.И. Евсеева. – СПб., 2008 – 288 с.

3. Трусова Л.Н. Оценка экологического состояния реки Пельшма // Эколого-биологические проблемы вод и биоресурсов: пути решения: Сборник научных трудов заочной Всероссийской конференции с международным участием.– Ульяновск, 2012. – С.112-116.

ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.С. Никитинскя
*Научный руководитель **Л.Г. Рувинова**, д-р биол. наук, профессор*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Почвы являются одним из самых важных природных объектов, что связано с особенностями их строения и функционирования. Проблема тяжелых металлов в почве возникла с началом технической революции и до настоящего время остается мало изученной [1, 2].

Наиболее актуально изучение загрязнения тяжелыми металлами дерново-подзолистых почв как наиболее распространенных, хотя масштабы загрязнения долго не осознавались общественностью.

Целью работы является исследование содержания тяжелых металлов в дерново-подзолистых почвах Вологодской области.

В работе использовались материалы Государственного центра агрохимической службы (ГЦАС) «Вологодский», которая ведет отбор проб почвы на территории Вологодской области и определяет содержание таких тяжелых металлов как: медь (Cu), цинк (Zn), марганец (Mg), кобальт (Co), кадмий (Cd), свинец (Pb), никель (Ni), хром (Cr), ртуть (Hg) и мышьяк (As). Отбор проб ведется на 32 реперных участках, расположенных в 12 районах области.

Содержание меди в дерново-подзолистых суглинистых почвах Вологодской области колеблется от 76 до 41,5, составляя в среднем 67,2 мг/кг, то есть 1,2 ПДК, супесчаных – от 60,8 до 26,5, составляя в среднем 47,3 мг/кг, в песчаных составляет 13,0 мг/кг (рис. 1).

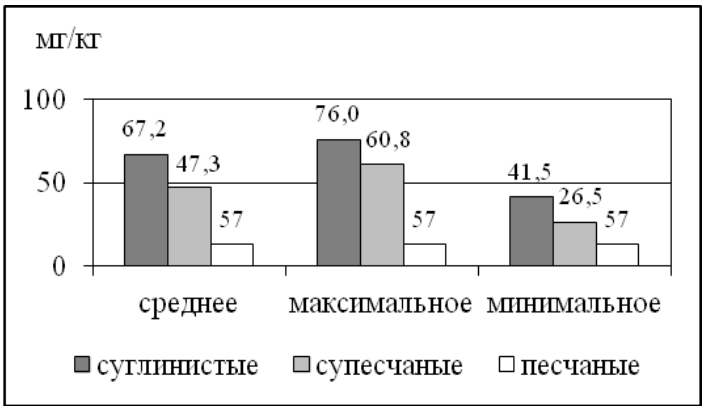


Рис. 1. Содержание Cu в различных типах почв

Содержание цинка в дерново-подзолистых суглинистых почвах Вологодской области колеблется от 209,0 до 110,8, составляя в среднем 176,3 мг/кг, то есть 1,8 ПДК, в супесчаных почвах – от 171,3 до 86,5, составляя в среднем 139,0 мг/кг, то есть 1,4 ПДК, в песчаных - содержание цинка составляет в 57,8 мг/кг (рис. 2).

Содержание марганца в дерново-подзолистых суглинистых почвах Вологодской области колеблется от 1980,9 до 1168,2, составляя в среднем 1608,6 мг/кг, то есть 1,1 ПДК, в супесчаных почвах – от 1840,0 до 1046,9, составляя в

среднем 1390,7 мг/кг, в песчаных почвах содержание марганца составляет 975,0 мг/кг (рис. 3).

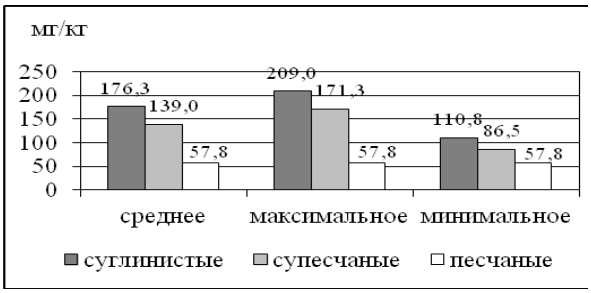


Рис. 2. Содержание Zn в различных типах почв

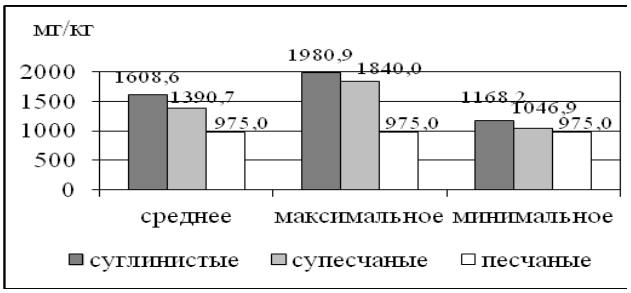


Рис. 3. Содержание Mn в различных типах почв

Содержание кобальта в дерново-подзолистых суглинистых почвах Вологодской области колеблется от 53,9 до 27,9, составляя в среднем 44,5 мг/кг, то есть 8,9 ПДК, в супесчаных почвах – от 42,7 до 18,5, составляя в среднем 31,1 мг/кг, то есть 6,2 ПДК, в песчаных почвах составляет в 10,4 мг/кг, то есть 2,1 ПДК (рис. 4).

Содержание кадмия в дерново-подзолистых суглинистых почвах Вологодской области колеблется от 3,7 до 1,9, составляя в среднем 2,7 мг/кг, в супесчаных почвах – от 6,0 до 1,6, составляя в среднем 2,8 мг/кг, в песчаных почвах составляет 1,3 мг/кг (рис. 5).

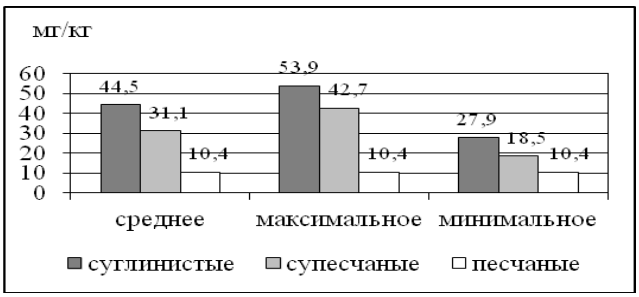


Рис. 4. Содержание Co в различных типах почв

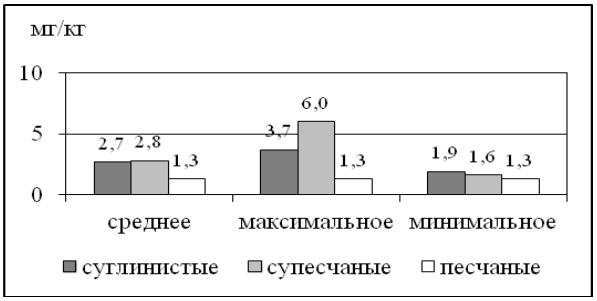


Рис. 5. Содержание Cd в различных типах почв

Содержание свинца в дерново-подзолистых суглинистых почвах Вологодской области колеблется от 55,8 до 26,3, составляя в среднем 42,5 мг/кг, то есть 1,3 ПДК, в супесчаных почвах – от 43,6 до 25,8, составляя в среднем 35,1 мг/кг, то есть 1,1 ПДК, в песчаных почвах составляет 15,3 мг/кг (рис. 6).

Содержание никеля в дерново-подзолистых суглинистых почвах Вологодской области колеблется от 129,7 до 69,9, составляя в среднем 97,6 мг/кг, то есть 1,1 ПДК, в супесчаных почвах – от 88,3 до 36,0, составляя в среднем 58,0 мг/кг, в песчаных почвах содержание никеля составляет 23,3 мг/кг (рис. 7).

Содержание хрома в дерново-подзолистых суглинистых почвах Вологодской области колеблется от 164,2 до 59,5, составляя в среднем 154,0 мг/кг,

то есть 1,5 ПДК, в супесчаных почвах – от 96,7 до 37,5, составляя в среднем 64,8 мг/кг, в песчаных почвах содержание хрома составляет 26,3 мг/кг (рис. 8).

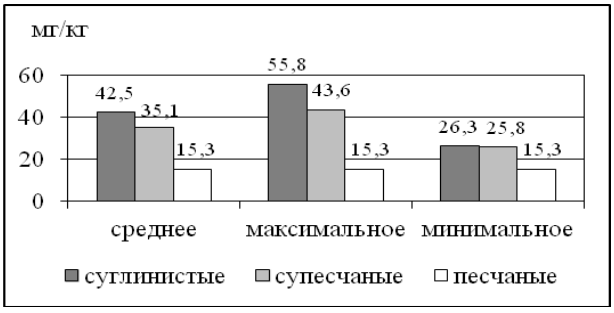


Рис. 6. Содержание Pb в различных типах почв

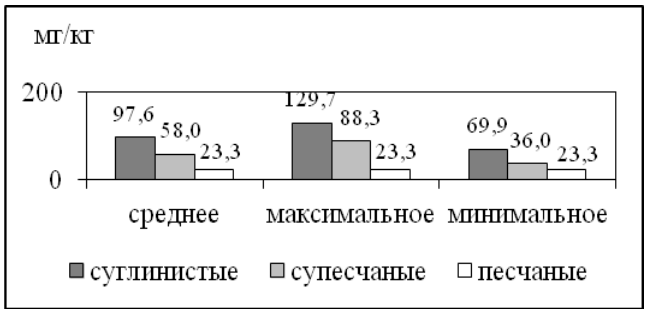


Рис. 7. Содержание Ni в различных типах почв

Содержание ртути в дерново-подзолистых суглинистых почвах Вологодской области колеблется от 0,21 до 0,04, составляя в среднем 0,1 мг/кг, в супесчаных почвах – от 0,3 до 0,08, составляя в среднем 0,14 мг/кг, в песчаных содержание ртути составляет 0,04 мг/кг (рис. 9).

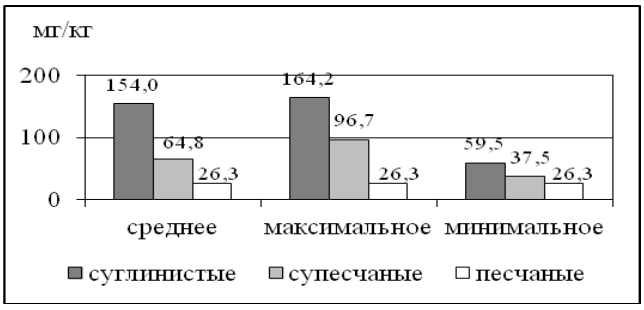


Рис. 8. Содержание Cr в различных типах почв

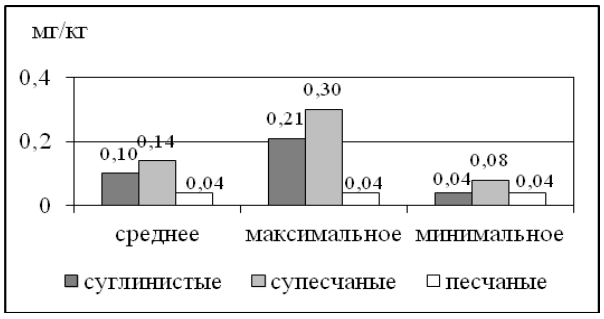


Рис. 9. Содержание Hg в различных типах почв

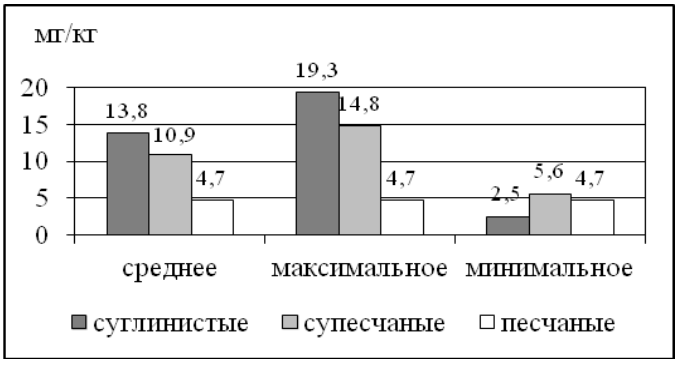


Рис. 10. Содержание As в различных типах почв

Содержание мышьяка в дерново-подзолистых суглинистых почвах Вологодской области колеблется от 19,3 до 2,5, составляя в среднем 13,8 мг/кг, то есть 6,9 ПДК, в супесчаных почвах – от 14,8 до 5,6, составляя в среднем 10,9 мг/кг, то есть 5,5 ПДК, в песчаных почвах содержание мышьяка составляет 4,7 мг/кг, то есть 2,4 ПДК (рис. 10).

Анализ полученных результатов позволил сделать выводы:

— содержание тяжелых металлов в почве зависит от её дисперсности;

— в дерново-подзолистых суглинистых почвах ПДК превышает медь, цинк, марганец, кобальт, свинец, никель, хром и мышьяк;

— в дерново-подзолистых супесчаных почвах ПДК превышает содержание цинка, кобальт, свинца и мышьяка;

— в дерново-подзолистых песчаных ПДК превышает содержание кобальта и мышьяка;

— во всех изученных почвах происходит загрязнение кобальтом и мышьяком.

Литература

1. Водяницкий, Ю. Н. Изучение тяжелых металлов в почвах / Ю. Н. Водяницкий. – М.: ГНУ Почвенный институт им. В. В. Докучаева РАСХН, 2005. – 110 с.

2. Марфенин, Н. Н. Устойчивое развитие человечества – М.: МГУ, 2007. – 624 с.

ФОРМИРОВАНИЕ ГАЗОННЫХ ТРАВОСТОЕВ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА НИКОЛЬСКА ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Т.Л. Пахолкова

Научный руководитель ***В.В. Ганичева****, д-р с.-х. наук, профессор*

Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина

г. Вологда

Для всех развитых стран мира экологическая ситуация, складывающаяся в городах, а особенно в столицах, является предметом особого внимания. Экологическая ситуация городов – «зеркало», в котором отражается уровень социально-экономического положения страны.

Благоустройство населенных пунктов – явление многоплановое. Оно включает в себя самые разные мероприятия, от поддержания в надлежащем состоянии улиц и дорог, уборки мусора и до улучшения внешнего облика города или поселка в эстетическом плане [1].

В благоустройстве города весьма важная роль отводится зеленым насаждениям, и конечно, оно невозможно без создания газонов.

Газон – искусственный дерновый покров, участок, засеянный преимущественно злаковыми травами с целью создания однородного зеленоизумрудного фона. В зависимости от целей использования, по своему виду и качеству газоны подразделяются на обыкновенные, партерные, спортивные, садово-парковые, луговые, мавританские и травяные покрытия специального назначения [2].

Целью исследований является изучение роста и развития газонных сообществ, для создания на их основе газонных травостоев различных типов.

В задачи исследований входит:

- изучить особенности формирования газонных травостоев в условиях юго-востока Вологодской области;
- дать оценку декоративности каждого из вариантов лугового сообщества;
- определить плотность и облиственность травостоев;
- оценить интенсивность продукционного процесса газонных травостоев.

Данная экспериментальная работа проводится в г. Никольске Вологодской области.

Город Никольск - административный центр Никольского района. Расположен в 420 км от Вологды.

Никольский район имеет климат, свойственный полосе южной тайги, т.е. умеренно теплое лето и холодную зиму, и может быть отнесён к умеренно континентальному.

Подзолистые почвы являются господствующими в почвенном покрове области.

Почва участка исследования обладает оптимальными параметрами плодородия, за исключением кислотности: она несколько повышена. Кроме того, участок обладает высокой окультуренностью, низкой засоренностью.

5-вариантный опыт в 4-кратной повторности был заложен в раннелетний период 2012 года. Варианты опыта представлены следующими видами низовых луговых растений: мятлик луговой (Poa pratensis), овсяница красная (Festuca rubra), полевица обыкновенная (Agrostis vulgaris), мятлик обыкновенный (Poa trivialis); и одним полуверховым - овсяница луговая (Festuca pratensis) [3].

С целью определения качества газонного травостоя в течение двух лет проводилась оценка каждого вида газонных растений по пяти основным показателям: декоративность травостоя, его однородность, плотность, облиственность, урожайность [4].

Степень покрытия изменялась по вариантам опыта от 85% до 100%.

Таблица 1

Зависимость степени покрытия от используемых видов газонных трав, %

№ п/п	Варианты опыта	Степень покрытия, %		
		2012 г.	2013 г.	в среднем за два года
1.	Мятлик луговой	98,3	99,9	99,1
2.	Овсяница красная	99,0	100,0	99,5
3.	Полевица обыкновенная	95,7	99,3	97,5
4.	Мятлик обыкновенный	85,0	94,0	89,5
5.	Овсяница луговая	96,5	100,0	98,3

Наибольшая степень покрытия наблюдалась на делянках с овсяницей красной и мятликом луговым – 99,5 и 99,1% соответственно (табл. 1). Варианты с полевицей обыкновенной и овсяницей луговой имели степень покрытия более 95%, что является также хорошим показателем.

Плотность газонных травостоев характеризует качество дернового покрытия и оценивается количеством побегов на 1 м^2 [4].

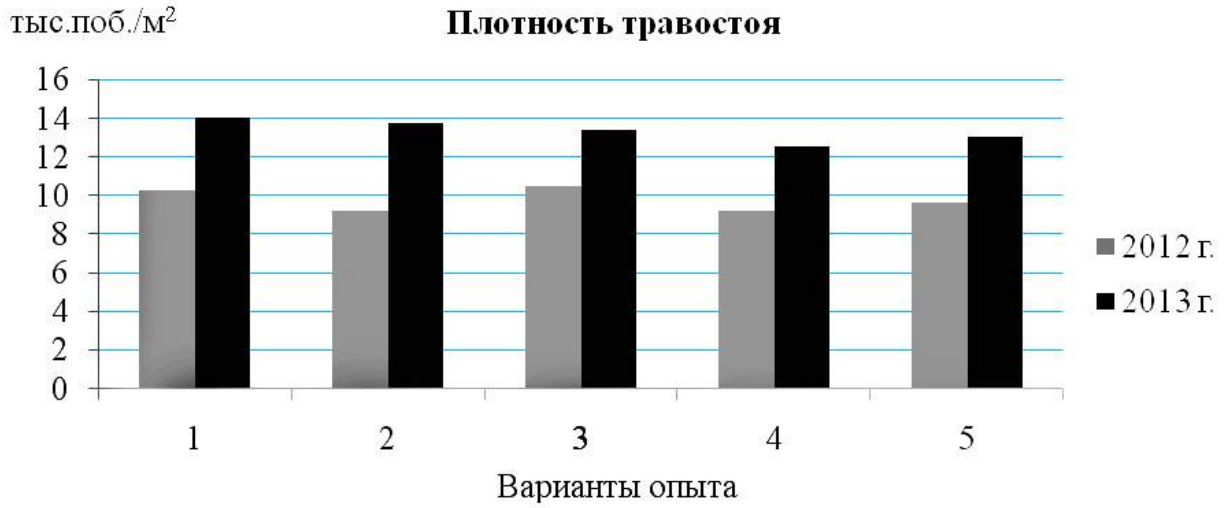


Рис. 1. Влияние используемых видов луговых растений на плотность газонного травостоя, тыс. поб./м^2

В результате исследований в 2012 г. на всех вариантах была получена плотность травостоя более 8 тыс.поб./м^2 (рис. 1), что способствует формированию отличного дернового покрытия уже в 1 год жизни. Наилучшие результаты показали травостои с полевицей обыкновенной (10,5 тыс.поб./м^2) и мятликом луговым (10,4 тыс.поб./м^2). НСР$_{05}$=0,85 тыс.поб./м^2 [5]. Все 5 вариантов по плотности существенно отличаются между собой, т.е. изучаемые виды луговых растений в первый год жизни создают травостои различной плотности.

Хорошим показателем плотности качественного газона во второй год жизни является количество побегов - 12-14 тысяч на м^2 [4]. Плотность травостоя в 2013 г. колебалась по вариантам от 12,5 до 14 тыс.поб./м^2. Наилучшим образом себя проявил травостой мятлика лугового (14,1 тыс.поб./м^2). НСР$_{05}$= 0,075 тыс.поб./м^2. Разница между вариантами по данному показателю превышает НСР$_{05}$ = *0,075 тыс.поб./м^2* на вариантах опыта с участием мятлика обыкновенного и овсяницы луговой, является существенной, следовательно, биологические особенности данных видов трав повлияли на результаты опыта больше, чем условия их произрастания. Остальные варианты опыта не имеют существенных различий по вариантам, и на результаты учета их плотности большее влияние оказали почвенные и климатические условия.

Учет площади листьев. Облиственность - это площадь листьев по отношению к площади земли, которую она закрывает. На естественных лугах она может быть от 2 до 4, на сеяных лугах - до 8, на качественных газонах - от 1,5 до 3 $м^2/м^2$.

В первый год жизни площадь листьев составила от 0,94 до 2,03 $м^2$ на 1 $м^2$ площади (табл. 2).

Таблица 2

Изменение степени облиственности луговых растений по годам исследований, $м^2/м^2$

№п/п	Варианты опыта	Степень облиственности, $м^2/м^2$		
		2012 г.	2013 г.	2013 г. +,- к контролю
1.	Мятлик луговой (контроль)	2,03	3,08	
2.	Овсяница красная	1,47	3,03	-0,05
3.	Полевица обыкновенная	0,94	2,10	-0,98
4.	Мятлик обыкновенный	1,77	3,06	-0,02
5.	Овсяница луговая	1,04	3,11	+0,03

Максимальной площадью листьев характеризовались варианты с мятликом луговым (2,03 $м^2/м^2$) и мятликом обыкновенным (1,77 $м^2/м^2$). Учитывая тот факт, что площадь листьев качественного газонного покрытия составляет 1,5-2,0 $м^2/м^2$[4], можно сделать вывод о том, что данные варианты уже в первый год жизни сформировали травостой высокого качества.

В 2013 г. наибольшей облиственностью характеризовались травостои овсяницы луговой (3,11 $м^2/м^2$) и мятлика лугового (3,08 $м^2/м^2$).

Учет нарастания зеленой массы. Продукционный процесс газонных травостоев необходимо учитывать с целью оценки предстоящего объема работ по уходу за каждым из вариантов опыта и статистической обработки его результатов.

Более высокий продукционный процесс характерен для травостоев с полевицей обыкновенной и мятликом обыкновенным – 0,61 и 0,54 $кг/м^2$ соответственно (рис. 2). С остальных вариантов опыта выход зеленой массы составил от 0,48 до 0,50 $кг/м^2$. $НСР_{05}$=0,15 $кг/м^2$. Различия вариантов по урожайности несущественны, варианты находятся на одном уровне значимости.

В 2013 г. наибольший выход зеленой массы был получен с 1 и 4 вариантов – травостоев мятлика лугового и мятлика обыкновенного (0,72 и 0,70 $кг/м^2$ соответственно). $НСР_{05}$=0,03 $кг/м^2$. Разница между вариантами по данному показателю превышает $НСР_{05}$ = 0,03 $кг/м^2$ на 3, 4 и 5вариантах опыта (травостоях полевицы обыкновенной, мятлика обыкновенного и овсяницы луговой), является существенной. Остальные варианты равнозначны по данному показателю, разница между ним находится в пределах ошибки опыта [6].

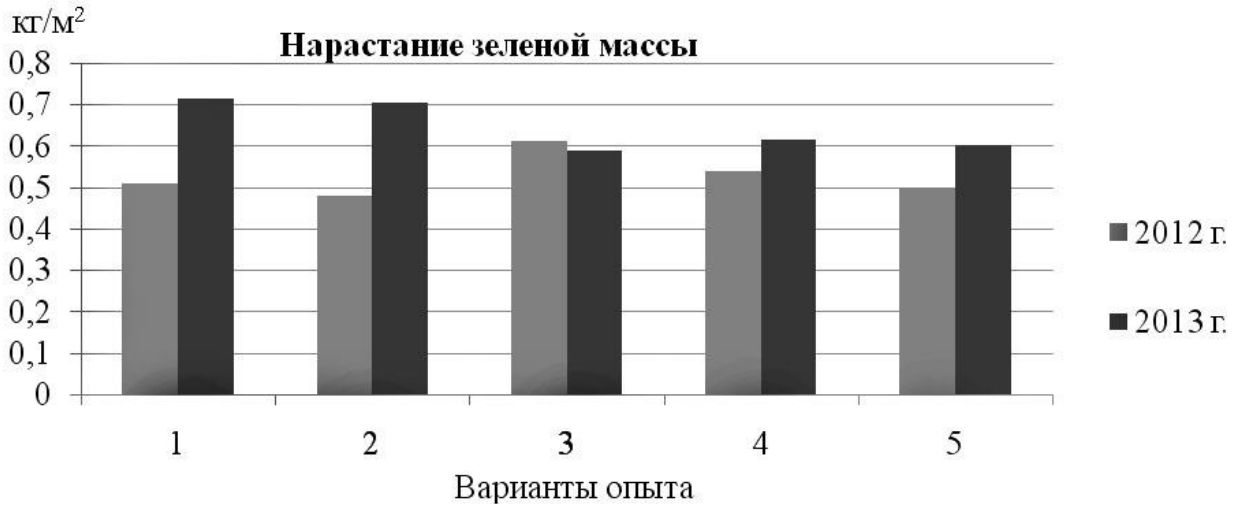


Рис. 2. Зависимость нарастания зеленой массы газонных травостоев от включенных в них видов луговых растений, кг/м^2

Декоративность - наиболее значимый критерий определения качества газона. Общую декоративность газонных травостоев оценивают по 5-бальной шкале [4].

Наивысшей оценки в 5 баллов заслужили травостои мятлика лугового, овсяницы красной, полевицы обыкновенной, овсяницы овечьей. На 4 балла был оценен травостой мятлика обыкновенного.

Таким образом, все изучаемые травостои при благоприятных почвенно-климатических условиях и соответствующем уходе оказались способны создать плотное и декоративное покрытие уже в течение первого года жизни.

В среднем за два года наилучшие результаты показали травостои мятлика лугового и полевицы обыкновенной: степень покрытия делянок с данными травами близка к 100%, плотность травостоя составила 12-17 тыс.поб./м^2.

Полученные двухлетние результаты научных исследований позволяют предварительно рекомендовать изученные виды для внедрения в городское зеленое хозяйство.

Как известно, самым красивым справедливо называют партерный газон. Его главное отличие – идеально ровная, бархатная травяная поверхность, которая создается благодаря использованию многолетних низкорослых трав с тонкими мягкими побегами и нежными листьями. Его место в наиболее ответственных парадных местах – в центральной части парка, возле административных зданий. Для создания такого типа газона предлагаем использовать травостой полевицы обыкновенной.

Обыкновенные газоны должны быть более долговечными и устойчивыми к механическим повреждениям. Это самый распространенный в городском озеленении вид газона, требующий минимального ухода. Для их создания подойдут травосмеси из более широколистных и корневищных газонных трав с сильными побегами и различными типами кущения (мятлик луговой, овсяница красная).

Спортивный газон размещают на спортивных площадках и стадионах. Предназначен для больших нагрузок, связанных с активным передвижением по траве. Он должен быть засеян особыми смесями злаковых трав: быстрорастущих, способных переносить вытаптывание, засуху и бесснежные холодные зимы, с большой скоростью восстановления и активно развивающейся корневой системой. В состав смесей для спортивного газона предлагаем включать мятлик луговой, овсяницу красную, овсяницу луговую, мятлик обыкновенный [7,8,9].

Литература

1. Устелимова С.В. Ландшафтный дизайн.- М.: Вече, 2004.- 174с.
2. Хрусталева С. Евродача: строим – обновляем – ремонтируем. Декоративные газоны. – М.: Диля, 2009.- 160с.
3. Прахин Н.В., Кобозев И.В., Горбачев И.В. Кормопроизводство. – М.: КолосС, 2006.- 432 с.
4. Тюльдюков В.А., Кобозев И.В., Парахин Н.В. Газоноведение и озеленение населенных территорий. – М.: КолосС, 2002.- 264с.
5. Доспехов Б.А. Методика опытного дела (с основами статистической обработки результатов исследований).-5 изд., доп. и перераб. – М: Агропромиздат, 1985.- 351 с.
6. Методические указания по проведению научных исследований на сенокосах и пастбищах.- М.: ВНИ Институт кормов, 1996.- 98 с.
7. Пахолкова Т.Л. Сравнительная оценка травостоев для создания на их основе обыкновенных газонов в год посева // Материалы студенческой научно-практической конференции «Первая ступень в науке 2012». – Вологда-Молочное, 2012.
8. Пахолкова Т.Л. Формирование травостоев для создания на их основе обыкновенных газонов // Сб. науч. тр. студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященный 70-летию факультета агрономии и лесного хозяйства – Вологда-Молочное, 2012.- С. 46 – 48
9. Пахолкова Т.Л. Ускоренное создание обыкновенных газонов в условиях Вологодской области // Материалы студенческой научно-практической конференции «Первая ступень в науке 2013». – Вологда-Молочное, 2013.

ТОРФЯНОЙ ФОНД ВЕЛИКОУСТЮГСКОГО РАЙОНА И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

А.Н. Сверчкова
Научные руководители: ***Л.Г. Рувинова****, д-р биол. наук, профессор*
В.А. Плавинский*, канд. биол. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В настоящее время актуальным является исследование возможности рационального и бережного использования торфяного фонда. Целесообразно комплексное использование торфа, что требует всестороннего изучения сырья, слагающего торфяные месторождения.

Цель данной работы – оценить заторфованность Великоустюгского района и перспективу использования торфа в сельском хозяйстве.

Для достижения цели были решены следующие задачи:

1. Определена степень заторфованности района.

2. Изучены типы залежей, рассмотрено распределение торфяных месторождений по целевым фондам.

3. Исследованы возможности использования торфа в сельском хозяйстве.

Для подсчета необходимо-вносимого торфа в качестве удобрений была использована методика, представленная в справочнике агрохимика под редакцией П.И. Анспок [1].

Объектами исследования являются 68 торфяных месторождений и 8 сельхоз предприятий Великоустюгского района.

По степени заторфованности Великоустюгский район относится к IV группе торфяных районов – это восточные районы со слабой заторфованностью и преимущественным распространением малых торфяных месторождений, которых в Великоустюгском районе насчитывается всего 68 по состоянию на 2013 год [2]. Наиболее крупными можно считать: Кривецкое и Ергское площадью 1,8; Ченчевское – 0,2; Сарпаское – 0,4; Авдюгское – 1,6; Зверинское – 0,4; Федосовское – 0,4; Вьюнецкое площадью 1,0 тыс. га, на которых сосредоточено более 60% запасов торфа. Остальной фонд состоит из малых торфяных месторождений площадью до 100 га.

Торф различных месторождений отличается по составу сформировавших его растений, степени их разложения, зольности, естественной влажности и мощности.

В составе торфяного фонда Великоустюгского района находятся залежи торфа всех типов: верхового, смешанного, переходного и низинного [3].

По типам залежей преобладают торфа низинного типа. В районе насчитывается 33 торфяных месторождения данного типа, что составляет 48,5% от общего количества месторождений. Это такие месторождения, как «Маурское», «Березовское», «Крюковское» и другие.

Переходный тип залежи торфа занимает второе место в составе торфяного фонда Великоустюгского района. Всего в районе насчитывается 20 таких торфяных месторождений, что составляет 29,4% от общего количества месторождений. В большинстве своём залежи торфа переходного типа занимают отдельные участки крупных торфяных болот верхового и низинного типов и их периферийные участки разнотипных торфяных месторождений. К таким месторождениям относятся «Загорское», «Коряковское», «Подкряжевское» и некоторые другие.

Залежей торфа верхового типа по количеству месторождений насчитывается 15, что составляет 22,1% от общего количества месторождений. К таким месторождениям относятся «Коршменское», «Кривецкое и Ергское», «Путиловское» и другие.

Смешанный тип торфяных залежей в большинстве случаев встречается в виде небольших участков на торфяных болотах верхового и переходного типов. Выявлено всего два месторождения данного типа (рис.).

Рис. Распределение запасов торфа по типам залежей

По группам возможных направлений использования торфяных месторождений в Великоустюгском районе насчитывается 12 резервных, 15 перспективных для воспроизводства сырьевой базы, 9 месторождений, принятых под охрану, 16 месторождений, неперспективных для добычи торфа.

Использование торфа в земледелии имеет важное значение. Одним из условий повышения урожайности сельскохозяйственных культур является применение удобрений. Благодаря правильному применению органических и

минеральных удобрений, взаимно дополняющих друг друга, можно резко повысить урожай.

Торф не является биологически активным материалом в естественном состоянии, он отличается значительной биохимической устойчивостью и трудно поддается процессам минерализации. Только при компостировании с органическими удобрениями, свежими растительными остатками или другими веществами, торф становится полноценным органическим удобрением.

На территории Великоустюгского района имеется ряд хозяйств, которые расположены вблизи торфяных месторождений.

Зная площади пахотных земель и поголовье скота в каждом хозяйстве, было подсчитано сколько тонн органического удобрения вносится на один гектар в каждом хозяйстве (табл.).

Научно-обоснованное внесение навоза составляет 8-10 т/га, а во всех хозяйствах района возможно вносить лишь от 0,5 до 3,0 т/га.

Для колхозов «Северодвинец» и «Шарденское» резервным месторождением является «Кривецкое и Ергское». Для колхоза «Северный» резервным месторождением является «Федосовское». Резервными месторождениями для ООО СХП «Двина» и колхоза «Гледенский» являются: «На Бору», «Прохожее», «Чистое 111». Для колхоза «Пригородный» резервным месторождением является «Кортюжское». Для колхоза «Заречье» – «Темлюгское», для колхоза «Варжа» – «Чистое».

Эти торфяные месторождения следует разрабатывать и использовать в сельском хозяйстве как органическое удобрение, которое будет улучшать качество и повышать плодородие сельскохозяйственных земель. Следовательно, будет повышаться и урожайность культур, а это путь к развитию и процветанию хозяйств и района в целом.

Проанализировав полученные данные были сделаны следующие выводы:

1. Сельскохозяйственные предприятия Великоустюгского района не в состоянии самостоятельно обеспечить себя органическими удобрениями в виде навоза.

2. Следует использовать дополнительные удобрения, но не химические, т.к. они дорогие и опасные для здоровья людей и животных, а органические, одним из которых должен стать торф. В пределах сельхозпредприятий или вблизи них находятся резервные и перспективные торфяные месторождения.

Таблица

Уровень обеспеченности пахотных площадей хозяйств Великоустюгского района органическими удобрениями (навоз КРС)

Название предприятия	Поголовье скота всего	В том числе			Количество свежего навоза за стойловый период, т			Всего свежего навоза, т	Полуперепревший навоз, т.	Площадь пахотных земель, га	Количество возможно вносимого навоза, т/га
		коров	телят	молодняк	коров	телят	молодняк				
ООО СХП «Двина»	1726	750	782	194	7500	1955	970	10425	7300	2149	3,4
Колхоз «Северный»	548	290	150	108	2900	375	540	3815	2670	1029	2,6
Колхоз «Гледенский»	1797	720	774	303	7200	1935	1515	10650	7455	2229	3,3
Колхоз «Пригородный»	1311	600	673	38	6000	1683	190	7873	5511	2042	2,7
Колхоз «Заречье»	357	120	157	80	1200	393	400	1993	1395	770	1,8
Колхоз «Шарденское»	305	200	35	70	2000	175	175	2350	1645	882	1,9
Колхоз «Варжа»	107	46	40	21	460	100	105	665	465	855	0,5
Колхоз «Северодвинец»	1120	415	320	385	4150	800	1925	6875	4813	2929	1,6

Литература

1. Анспок, П.И. Справочник агрохимика нечерноземной полосы / П.И. Анспок, Ю.А. Штиканс, Р.Р. Визла. – Л.: Колос. Ленингр. отд-е, 1981. – 328 с.

2. Список торфяных месторождений Вологодской области, разведанных в 1968-1978 годах / под ред. А.В. Смирнов. – М.: Геолторфразведка, 1979. – 60с.

3. Ефимов, В.Н. Торфяные почвы / В.Н. Ефимов. – М.: Россельхозиздат, 1980. – 120с.

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ЭКОСИСТЕМЫ БЕЛОГО ОЗЕРА

М.А. Соколова, Е.А. Попова
Научные руководители: ***Л. Г. Рувинова****, д-р биол. наук, профессор*
Г.А. Тихановская*, канд. биол. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Проблема качественного истощения водных ресурсов вследствие их загрязнения актуальна, и особенно остро она обозначилась в последние десятилетия. Вода находится в числе тех компонентов природы, сознательные преобразования или попутные изменения которых на планете наиболее существенны. Антропогенный фактор в формировании химического состава вод находится по значимости в одном ряду с природными геохимическими и биологическими процессами [1]. В мировой науке исследованиям качества вод и устойчивости экосистем уделяется большое внимание. Современными исследованиями доказано, что наряду с локальным загрязнением большой вклад в изменение качества вод и экосистем вносят глобальные преобразования окружающей среды и трансграничные переносы загрязняющих веществ [1].

Цель данной работы – оценить степень устойчивости экосистемы Белого озера.

Исходя из цели были поставлены следующие задачи:

- изучить качество воды в Белом озере и степень уязвимости к загрязнению;

- определить токсичность берега Белого озера и Белозерского обводного канала.

Принципиальной новизной данной работы является интеграция результатов, выполненных в двух направлениях:

1) территориальном изучении, позволяющем выявить изменение качества вод по химическим показателям;

2) углубленном исследовании при помощи метода биотестирования с использованием пыльцевых зерен луговых растений с берегов, выявляющим причинно-следственные связи, характер и уровень антропогенной нагрузки на водную экосистему.

С 1964 года Белое озеро входит в состав Шекснинского водохранилища, являющегося частью Волго-Балтийского водного пути. Белое озеро имеет округлую форму, а вокруг юго-западной части проходит обводной Белозерский канал длиной 66,8 км [2]. Канал проходит от реки Ковжи до реки Шексны, частично через территорию города Белозерска. Перемычка, отде-

ляющая канал от озера, местами размыта. Канал судоходен для местных судов очень малых размеров [2].

Белое озеро питает своими водами районные центры – город Белозерск и село Липин Бор, а также несколько десятков других населенных пунктов.

Несмотря на высокую обеспеченность водными ресурсами большинства населенных пунктов Белозерского и Вашкинского районов, может возникнуть проблема их качественного истощения вследствие антропогенных нагрузок локального и глобального масштабов, а также от влияния природных факторов.

Белое озеро – уникальный географический объект на территории Вологодской области, имеющий площадь поверхности воды 1290 км^2. Это дает основу для постановки глубоких теоретических исследований и познания законов, управляющих антропогенной изменчивостью формирования физико-химических свойств природных вод в современных условиях и для изучения устойчивости экосистемы Белого озера по отношению к антропогенным воздействиям и создания научных основ ограничения их до пределов, обеспечивающих устойчивое функционирование водной экосистемы.

Согласно нашим предыдущим исследованиям [3], качество воды в Белом озере по данным Белозерского межрайонного «Центра государственного санитарно-эпидемиологического надзора» за 2006 - 2011 года не соответствовало санитарным нормам по химическим показателям в 26% проб, по бактериологическим в 16 % [3]. На основе значений удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ) по данным гидрохимического мониторинга Вологодского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды за 2006-2011 года было видно, что к 2011 году наблюдалось некоторое улучшение качества воды и переход от разряда «очень загрязненная» к «загрязненная». При этом выявлялись превышения ПДК по показателям железо, медь, а в 2006-2009 годах дополнительно по цинку и в 2007 году – по сульфатам [3]. Было отмечено, что превышения указанных компонентов, влияющих на уровень загрязнения озера, определяли в основном природные факторы [3].

В таблице 1 представлены усредненные данные по результатам анализов, проведенных Белозерским межрайонным «Центром государственного санитарно-эпидемиологического надзора» за 2005 – 2009 года [4].

Таблица 1

Результаты химических и бактериологических анализов воды [4]

1	2	3	4	5	6	7
Лабораторный №	Нормативы ПДК	9	415	659	22	358
Дата		2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.
Место отбора пробы		озеро Белое				
Адрес		город Белозерск				
Запах при 20° С, балл	2	1	1	1	1	1
Запах при 60° С, балл	2	1	1	1	1	1
Цветность, град.	20	60	70	151	67	213
Мутность, мг/дм^3	1,5	5,5	1,4	22,8	1,96	26,8
pH	6 - 9	8,1	7,89	7,96	8,04	7,86
Общее микробное число, при t 37°	$<50x10^2$	$1,5x10^2$	-	$3,7x10^2$	-	-
Индекс лактозоположительной кишечной палочки	5000	230	-	2400	-	-
Окисляемость, мг O_2/дм^3	5,0	5,05	9,9	12,3	9,28	18,24
Аммоний солевой, мг/дм^3	0,5 - 1,0	1,35	0,31	0,63	0,23	0,83
Азот нитратов, мг/дм^3	45	н. п.	2,36	н. п.	н. п.	1,47
Азот нитритов, мг/дм^3	3,0	н. п.	0,03	н. п.	0,46	н. п.
Общая жесткость, мг-экв/дм^3	7,0	1,8	1,8	2,2	1,9	1,25
Сухой остаток, мг/дм^3	1000	154	140	159,5	140	118
Хлориды, мг/дм^3	350	2,5	1,5	3	1,5	5,9
Сульфаты, мг/дм^3	500	17,69	30,8	29	49,38	21,6
Железо, мг/дм^3	0,3	0,46	0,3	0,61	0,17	1,25
Медь, мг/дм^3	1,0	-	-	-	-	0,79
Мышьяк, мг/дм^3	0,05	0,004	<0,005	0,018	н. п.	0,007
Свинец, мг/дм^3	0,03	-	-	-	-	-
Фтор, мг/дм^3	1,5	0,1	0,12	0,29	0,11	0,63
Остаточный алюминий, мг/дм^3	0,5	0,08	0,13	0,28	0,01	0,4
ХПК, мг/дм^3	30,0	-	-	-	-	29,3
Щелочность, ммоль/дм^3	0,5 - 6,5	1,6	1,6	1,6	1,4	1,4
Кальций, мг/дм^3	180	18,03	23	18	21,04	6,01
Магний, мг/дм^3	40	10,94	7,9	15,8	10,33	11,55
Раствор. O_2 мг/дм^3	>4	-	11,6	8,2	14,65	12,48
БПК, мг/дм^3	4,0	-	0,2	2,16	4,16	0,16
Взвешенные вещества, мг/дм^3	0,75	111,2	13,2	14,2	14,2	18,65
Нефтепродукты, мг/дм^3	0,1	0,22	0,3	н. п.	н. п.	0,23
Фенолы, мг/дм^3	0,25	-	н. п.	н. п.	н. п.	0,0006
Количество исследований, проведенных в пробе		22	25	25	24	23

Анализ представленной таблицы в целом позволяет установить, что вода в озере в основном соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода».

Следующим этапом исследования было проведение биотестирования. Для оценки экологического состояния возможно применение различных методов биотестирования. Оно позволяет охарактеризовать неблагоприятное действие химических загрязнений не по индивидуальным химическим компонентам, а по их суммарному действию, а также биотестирование позволяет оценить опасность химических загрязнений неизвестной природы.

В наших исследованиях тест-системой явилась эмбриональная сфера луговых растений, очень чувствительная к неблагоприятным условиям. Присутствие ксенобиотиков в окружающей среде приводит к нарушению различных этапов эмбриогенеза, проявляющееся в увеличении числа стерильных гамет.

Токсичность среды оценивалась по числу стерильных пыльцевых зерен (метод поллиоиндикации) [5]. Методика: фиксация бутонов разного возраста в фиксаторе Карнуа в модификации 3:1, промывка и хранение в 80-процентном спирте в холодильнике. При анализе пыльник, содержащий зрелые пыльцевые зерна, переносили на предметное стекло и раздавливали в капле ацетокармина. Стерильные пыльцевые зерна не окрашиваются кармином или окрашиваются неравномерно. Их содержимое часто отходит от оболочки и находится на разных этапах гибели.

Указанные различия между фертильными и стерильными пыльцевыми зернами нетрудно установить, и, следовательно, этот метод можно использовать для определения гено- и цитотоксичности среды.

Согласно рисунку материал был собран в шести пунктах: на берегу Белого озера на расстоянии 500 м перед водозабором (1); на гидрологическом посту ООО «Водоканал» (2); на городском пляже (3); на территории сооруженного мола (4); напротив судоходной прорези к ОАО «Белозерский порт» (5); на гидрологическом посту Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (6).

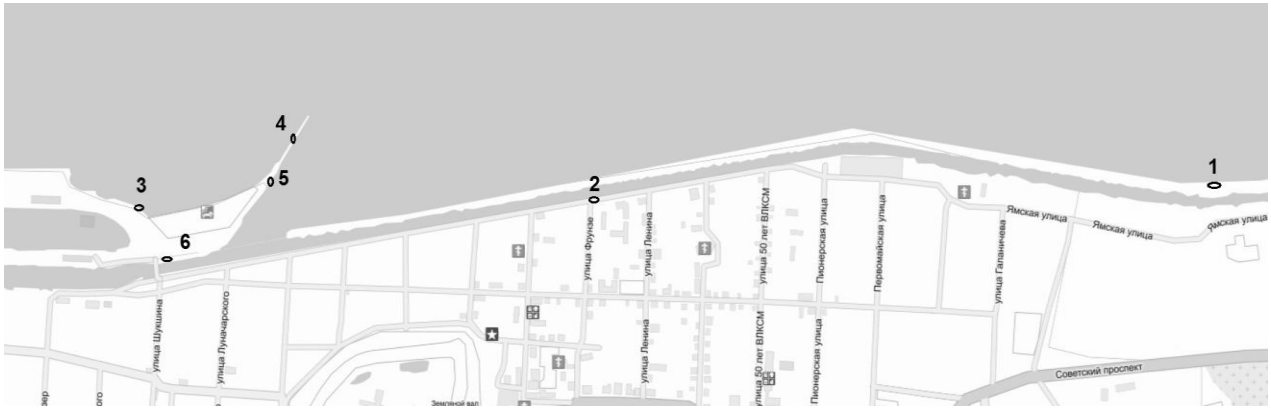


Рис. 1. Пункты отбора проб

Для шести образцов проб проведено десятикратное исследование. Цифровые данные обработаны статистическим методом и приведены в таблице 2.

Таблица 2

Процентное содержание стерильных пыльцевых зерен

№ отбора проб	1	2	3	4	5	6
Всего клеток	380	374	368	430	369	440
Стерильные клетки	21	16	37	29	19	53
% стерильных клеток	5,5	4,3	10,1	6,7	5,2	12,0

Анализируя приведенные данные, отмечаем, что варианты 1, 2 и 5 принимаем как фоновое значение со средним процентом стерильных клеток 5,0. В варианте 4 процентный уровень стерильных клеток немного повышен. Высокий уровень дефектности клеток среди исследуемого материала в 3 и 6 вариантах, что свидетельствует об изменении средовых факторов и антропогенном вмешательстве. Вместе с этим во всех вариантах большая часть сформировавшейся пыльцы фертильна, следовательно, генетическая дифференцированность структуры популяций луговых растений, произрастающих в непосредственной близости от Белого озера, направлена на максимальное использование среды и возможность адаптироваться при смене условий.

Исходя из полученных результатов можно сделать следующие выводы:

- в целом экосистема Белого озера и Белозерского обводного канала устойчива;

- повышенное содержание железа, меди, цинка, сульфатов, влияющих на уровень загрязнения озера, определяют в основном природные факторы;

- выявлена допустимая токсичность берега Белого озера и Белозерского обводного канала, что связано с успешной адаптацией луговых растений к окружающей среде.

Литература

1. Моисеенко, Т.И. Качество вод и устойчивость экосистем: теоретические и прикладные аспекты исследований / Т.И. Моисеенко, С.Н. Гашев, А.Д. Шалабодов // Вестник Тюменского государственного университета. – Тюмень: ТюмГУ, 2012. – № 12. – С. 6-16.

2. Белое озеро (Вологодская область). [Электронный ресурс] // Википедия: свободная энциклопедия. – Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/Белое_озеро_(Вологодская_область)

3. Соколова, М.А. Экологическая оценка состояния поверхностных вод в Белозерском районе / Соколова М.А., Попова Е.А. // Материалы VI ежегод-

ной научной сессии аспирантов и молодых ученых по отраслям наук: в 2-х т. – Вологда: ВоГТУ, 2012. – Т. 1: Технические науки. – С. 367-372.

4. Обеспечение населения Белозерского района питьевой водой: программа / Администрация Вологодской области, Комитет по охране окружающей среды Вологодской области, Комитет районного самоуправления Белозерского муниципального района. – Вологда, 2008. – 294 с.

5. Ервандян, С.Г. Об использовании микрогаметофитного поколения в семействе розоцветных (Rosaceae juss) для биоиндикации природной среды в Армении / С.Г. Ервандян, А.А. Небиш, Е.Г. Симонян, Р.М. Арутюнян // Экология. – Ереван: ЕГУ, 2005. - №4. – С. 314-317.

АНАЛИЗ ПЕРВИЧНОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ РОССИИ И ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.С. Травкин
Научный руководитель ***Л.Г. Рувинова****, д-р биол. наук, профессор*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Программа устойчивого развития (УР) человечества происходит в соответствии с индикаторами УР: социальным, экономическим, экологическим, институциональным. В рамках социального индикатора наиболее важным является оценка здоровья населения. Такой показатель, как доля населения, охваченного первичной медицинской помощью, играет не последнюю роль. В России около 80% населения приобретают в процессе жизнедеятельности какие-либо серьезные заболевания в связи с окружающей средой, характером питания, профессиональной деятельностью или по ряду других важных причин.

Исследование заболеваемости населения по группам, классам и отдельным заболеваниям является актуальной в связи с изменением процентного соотношения в России и отдельных субъектах в течение времени.

Исследование проведено с помощью метода статистического медицинского учета и метода сравнения. Объектами исследования стали Вологодская область и Российская Федерация в целом. Предмет рассмотрения: заболеваемость всего населения по классам, группам и отдельным болезням, установленным впервые в жизни, по России и Вологодской области за 2010 г. (табл.).

Первичная заболеваемость - частота новых, нигде ранее не учтенных и впервые в данном календарном году выявленных среди населения заболеваний. За последние годы первичная заболеваемость по Российской Федерации в целом возросла более чем на 7,5% по данным обращаемости [1].

Таблица 1

Заболеваемость всего населения по классам, группам болезней, установленным впервые в жизни, по России и Вологодской области за 2010 г.

	Россия		Вологодская область	
	Зарегистрировано больных: всего (с диагнозом, установленным впервые в жизни), чел.			
	абсолютные числа	на 100 000 всего населения	абсолютные числа	на 100 000 всего населения
Всего болезней	111427689	78517,5	1067772	87979,7
Инфекционные болезни	4689533	3304,5	45759	3770,3
Кишечные инфекции	694070	489,1	6985	575,5
Болезни крови	705287	497	6521	537,3
Болезни эндокринной системы	1461490	1029,8	13208	1088,3
Болезни щитовидной железы	462524	325,9	4354	358,8
Болезни нервной системы	2345287	1652,6	21466	1768,7
Болезни глаза и его придаточного аппарата	4715251	3322,6	51961	4281,4
Болезни уха и сосцевидного отростка	3867084	2724,9	40290	3319,7
Болезни системы кровообращения	3734105	2631,2	33901	2793,3
Болезни органов дыхания	46280981	32611,9	495711	40844,4
Болезни органов пищеварения	4778112	3366,9	33230	2738
Болезни кожи и подкожной клетчатки	6885512	4851,9	64441	5309,7
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	4788884	3374,5	48457	3992,6
Болезни мочеполовой системы	6841850	4821,1	46142	3801,9

В большинстве субъектов Российской Федерации наблюдается увеличение показателя первичной заболеваемости всего населения на протяжении

времени. Снижение первичной заболеваемости, за последние 8 лет, на 2,5 – 18,5 % отмечалось в 8 субъектах Российской Федерации. Так, в Томской области она снизилась на 18,5 %, в Республике Тыва – на 10,8 %, в Пензенской области – на 7,0 %, в Республике Алтай – на 5,9 %, в Курской области – на 4,3 %, в Липецкой области, Чукотском АО и Ямало-Ненецком АО – на 2,5 %. В 7 субъектах – на 0,1-1,6 %. В остальных субъектах регистрируемые уровни первичной заболеваемости повысились [1].

По данным 2010 года рассмотрим показатели первичной заболеваемости всего населения России и Вологодской области. Средний показатель зарегистрированных больных по первичной обращаемости в РФ за рассматриваемый год составил 78,5%. Вологодская область превышает этот показатель на 10%.

Таким образом, показатели заболеваемости Вологодской области выше показателей Российской Федерации по всем заболеваниям кроме болезней органов пищеварения и болезней мочеполовой системы (рис. 1).

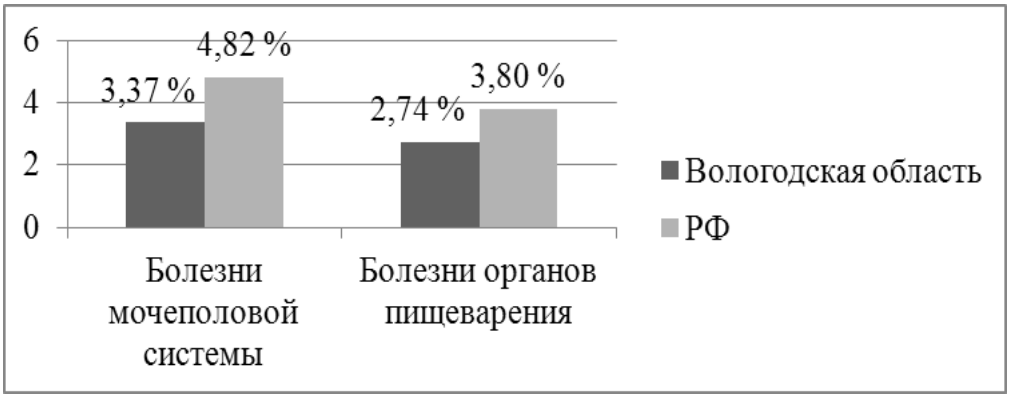


Рис. 1. Процент заболеваемости мочеполовой системы и органов пищеварения среди населения Вологодской области и РФ

Заболеваемость последних систем по первичной обращаемости в Вологодской области в среднем на 1% ниже общероссийского значения за 2010 год. Но стоит заметить, что процент заболеваемости этих систем жизнедеятельности человека не принимает высоких показателей ни в одной области Российской Федерации, а значит, не является показательным для устойчивого развития.

Наперевес показателям заболеваний мочеполовой системы и болезней органов пищеварения, существенным является показатель заболеваний органов дыхания. Заболевания органов дыхания являются лидером по первичной обращаемости населения Российской Федерации и в Вологодской области, в частности. Показатель в Вологодской области имеет значимое отличие от общероссийского показателя (рис. 2).

Рис. 2. Процент заболеваемости органов дыхания среди населения Вологодской области и РФ

Заболевания органов дыхательной системы по первичной обращаемости в Вологодской области превышает общероссийский показатель на 9%. Данная группа болезней напрямую зависит от качества атмосферного воздуха территории и является ярким показателем экологической обстановки.

Загрязнение атмосферного воздуха Вологодской области носит локальный характер и проявляется в основном в городах, т.е. там, где расположены предприятия металлургической, химической, целлюлозно-бумажной промышленности, энергетики и сосредоточен автомобильный транспорт. В среднем содержание пыли, окиси углерода, оксидов серы и азота в атмосфере не превышает ПДК. Индекс загрязнения воздушной среды по содержанию бенз(а)пирена и формальдегида уменьшился с 7,3 в 2003 г. до 5,5 в 2004 г., но остается повышенным. Валовой объем выбросов загрязняющих веществ стационарными источниками в атмосферу составил в 2004 г. 466 тыс. т, увеличившись за год на 22,8 тыс. т. Среднегодовые приземные концентрации в атмосферном воздухе городов, превышающие ПДК по данным 2007 года: г. Вологда – формальдегид – 1,4 ПДК; бенз(а)пирен – 2,2 ПДК; г. Череповец – формальдегид – 2,3 ПДК; бенз(а)пирен – 2,4 ПДК [2].

Наибольшее воздействие на качество атмосферного воздуха оказывают отдельные крупные предприятия с большими объемами выбросов в городах с развитой промышленностью (Череповец, Сокол, Кадуй) и автотранспорт. Выбросы от автотранспорта по области составили 97 тыс.т. В Вологде автотранспорт является главным загрязнителем атмосферы. В среднем на 1 км^2 территории города из атмосферы выпадает 30 – 60 т/год пыли. Выбросы в атмосферу загрязнителей от автотранспорта выросли не только из-за роста численности машин, но и из-за ограниченности пропускной способности улиц [2].

Выводы:

1. Средний показатель зарегистрированных больных по первичной обращаемости в Вологодской области превышает показатель в РФ на 10%. Показатели заболеваемости Вологодской области выше показателей Российской

Федерации по всем заболеваниям кроме болезней органов пищеварения и болезней мочеполовой системы.

2. Заболевания органов дыхательной системы по первичной обращаемости в Вологодской области превышает общероссийский показатель на 9%. Загрязнение атмосферного воздуха Вологодской области носит локальный характер и проявляется в основном в городах, т.е. там, где расположены предприятия металлургической, химической, целлюлозно-бумажной промышленности, энергетики и сосредоточен автомобильный транспорт.

Литература

1. Леонов С.А., Сон И.М., Моравская С.А. Заболеваемость населения: региональные особенности и проблемы. Часть 2. Первичная заболеваемость населения.- М.: ФГБУ ЦНИИОИЗ, 2013. – 160 с.

2. Экологическая ситуация в Вологодской области / Федеральный портал ProTown.ru. 2008 [Электронный ресурс], Режим доступа : http://www.protown.ru

РАСПРОСТРАНЕНИЕ КЛЕЩЕВОГО ВИРУСНОГО ЭНЦЕФАЛИТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

И.А. Травкина

Научный руководитель ***Л.Г. Рувинова****, д-р биол. наук, профессор*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В рамках Программы курса магистерского обучения устойчивого развития человечества была проведена работа по оценке индикаторов устойчивого развития. Одним из критериев социального индикатора для человеческого общества является здоровье населения.

Вспышки эндемических природно-очаговых болезней и сейчас не утратили своей роли в заболеваемости человека. Несмотря на то что подобные заболевания контролируются во всем мире путем профилактического прививания населения, санитарно-эпидемиологических мероприятий, просветительских мер, они по-прежнему потенциально опасны, и изучение их остается актуальным.

Клещевой энцефалит или, по международному классификатору заболеваний МКБ-10, энцефалит весенне-летнего типа – вирусная инфекция, поражающая оболочку, серое и белое вещество и другие отделы головного и спинного мозга центральной нервной системы, корешки спинномозгового нерва и

периферические нервы, приводящая к развитию парезов и параличей. Природно-очаговая инфекция клещевого энцефалита этиологически связана с вирусом клещевого энцефалита из семейства Flaviviridae, экологически относящимся к арбовирусам, переносимым членистоногими [1].

Неблагоприятные последствия для здоровья, а также экономический и психологический ущерб от нападения клещей могут быть очень велики, так как клещевой энцефалит, например, приводит к стойкой потере трудоспособности и даже к смертельному исходу [2].

В настоящем исследовании применены статистический метод медицинского учета (СМУ), картографический метод и метод оценки. Изучение проведено по следующим показателям: географическая распространенность, встречаемость заболевания у населения. Объектом исследования стали 7 Федеральных округов Российской Федерации: Центральный, Южный, Северо-Западный, Дальневосточный, Сибирский, Уральский, Приволжский Федеральные округа.

Распространенность клещевого вирусного энцефалита по России характеризуется количеством заболевших человек на 100000 населения. Анализ показателя проведен с помощью картографического метода. Наиболее высокий уровень заболеваемости (более 40 человек на 100000 населения) отмечается в Кемеровской, Томской областях, Красноярской области (включая Эвенкийский А.О. и не включая Таймырский А.О.), Пермском и Алтайском краях, Удмуртской Республике. Что примечательно, в Вологодской области, на ряду с Тверской, Костромской, Нижегородской, Кировской областями, Республикой Коми, Хабаровским краем отмечаемая заболеваемость клещевым энцефалитом от 4 до 10 человек на 100000 населения [3]. По данным Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека проанализирована встречаемость возбудителей заболевания относительно субъектов РФ и приведена в таблице 1.

Таким образом, на 62% территории РФ встречаются возбудители вирусного энцефалита. В таких Федеральных округах, как Сибирский и Уральский в каждой области в той или иной степени отмечены возбудители рассматриваемого заболевания. Процент поражения отдельных территорий, отмеченных наличием возбудителя, варьируется от 4% до 100% (рис.). Наименьшей зараженностью (4% или 2 района из 53 районов области) характеризуется Московская область. Наибольшим поражением (100%) характеризуются самое большое количество районов – 17. К ним относятся: Костромская, Вологодская, Калининградская, Ленинградская, Новгородская, Псковская, Кировская области, Пермский край, Удмуртская Республика, Свердловская, Тюменская, Челябинская, Кемеровская, Томская области, Республика Алтай, Еврейская А.О., Приморский край.

Таблица 1

Встречаемость возбудителей энцефалита
в Федеральных округов Российской Федерации

Название округа	Площадь (км²)	Население (на 01.01.2013)	Субъектов РФ	Эндемичны по энцефалиту
Центральный федеральный округ	652,800	38 678 913	18	5 (28%)
Южный федеральный округ	416,840	13 910 179	6	0 (0%)
Северо-Западный федеральный округ	1,677,900	13 717 773	11	9 (82%)
Дальневосточный федеральный округ	6,215,900	6 251 496	9	5 (56%)
Сибирский федеральный округ	5,114,800	19 278 201	12	12 (100%)
Уральский федеральный округ	1,788,900	12 197 544	6	6 (100%)
Приволжский федеральный округ	1,038,000	29 772 235	14	10 (71%)
Всего по РФ			76	47 (62%)

Рис. 1. Степень поражения эндемическим вирусным энцефалитом среди областей РФ, зараженных возбудителем

Пораженность территории со значением свыше 90% отмечена в двух областях: Нижегородской области и Красноярском крае.

Границы эндемичности районов по клещевому вирусному энцефалиту не постоянны. Даже за недолгий промежуток времени от 2009 до 2012 годов наблюдаются изменения в процентах поражения территорий (табл. 2).

Таблица 2

Динамика зараженности территорий РФ клещевым вирусным энцефалитом

Год / Область	2009	2010	2011	2012
Ивановская область	74%	74%	22%	22%
Тверская область	92%	92%	32%	32%
Республика Коми	30%	30%	30%	35%
Псковская область	88%	100%	100%	100%
г. Санкт-Петербург	44%	39%	33%	33%
Нижегородская область	96%	64%	90%	90%
Республика Башкортостан	57%	57%	62%	62%
Курганская область	77%	73%	73%	73%
Республика Тыва	61%	67%	67%	72%
Забайкальский край	69%	72%	72%	75%
Амурская область	54%	54%	54%	57%
Хабаровский край	89%	89%	84%	84%

Таким образом, из 12 подвергшихся динамике распространения заражения энцефалитом территорий половина расширила его границы, а вторая половина снизила процент поражения территории. Наибольший рост степени пораженности территорий возбудителями энцефалита отмечен в Нижегородской области (от 64% до 90%) и Псковской области, где за рассмотренный период показатель вырос с 88% до 100%.

В областях за рассмотренный период времени произошло снижение степени пораженности территории природно-очаговым заболеванием – энцефалитом. Наиболее резкое изменение произошло в Тверской и Ивановской областях. Так в Тверской области показатель с 92% пораженности территории упал до 32%, а в Ивановской аналогичное изменение произошло с 74% до 22%.

Выводы:

- На 62% территории РФ встречаются возбудители вирусного энцефалита. В Сибирском и Уральском Федеральных округах все области подвержены разной степени пораженности возбудителями энцефалита. Из 76 субъектов РФ 17 подвержены стопроцентному заражению вирусным энцефалитом.
- В России 12 субъектов РФ подвержены динамике границ эндемичности территорий по клещевому вирусному энцефалиту. Наибольшей амплитудой данного показателя характеризуются Тверская (– 60%), Ивановская (– 48%), Нижегородская (+ 26%) и Псковская (+ 12%) области. Динамики абсолютного расширения или сужения границ эндемичности территорий по клещевому вирусному энцефалиту не отмечается.

Литература

1. Амосов А.Д. // Клещевой энцефалит.- Кольцово, 2002. – 112 с.
2. Экология человека: учебник для студ. высш. учеб. заведений / 4-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 320 с.
3. О эндемичных территориях по клещевому вирусному энцефалиту / Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. НИИ дезинфектологии, 2009-2012 гг. [Электронный ресурс], Режим доступа: http://www.niid.ru/documents

АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ НОРМАТИВОВ КАЧЕСТВА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Л.Н. Трусова
Научный руководитель ***Л.Г. Рувинова****, д-р биол. наук, профессор*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В качестве критериев нормирования антропогенной нагрузки применяются общие для всей территории Российской Федерации предельно допустимые концентрации, которые зависят исключительно от вида водопользования и не принимают в расчет региональные особенности формирования природных вод. В конечном итоге утверждаются ошибочные приоритеты управления антропогенной нагрузкой.

Проблемы экологического нормирования состояния поверхностных водных объектов, и как следствие, проблема оценки состояния и устойчивости водных систем являются приоритетными в эколого-географических исследованиях [1].

В связи с тем, что для поверхностных вод Вологодской области характерно повышенное содержание соединений железа и меди, проблема экологического нормирования качества воды рыбохозяйственных водных объектов становится актуальной.

Целью работы являлось научное обоснование необходимости установления регионального нормирования поверхностных вод Вологодской области.

Задачи работы заключались в следующем:

1. Сбор и обработка данных регулярных наблюдений государственного гидрохимического мониторинга с 1998г. по 2012 г.
2. Выделение основных показателей, требующих региональной корректировки.
3. Математико-статистический анализ данных мониторинга поверхностной воды по основным фазам водного режима.

4. Сравнение фактических концентраций загрязняющих веществ с действующими нормативами.

Математико-статистический анализ данных мониторинга поверхностной воды по 10 пунктам наблюдений показал, что существующие значения предельно допустимых концентраций для рыбохозяйственных водных объектов ($ПДК_{р/х}$) являются завышенными для поверхностных вод Вологодской области по нитратам, сульфатам, хлоридам и фосфатам. В то время как по железу и меди, которые относятся к группе токсичности, оказались заниженными.

В качестве примера приведены полученные данные по р. Суде, р. Малой Северной Двине, р. Сухоне (табл.).

Таблица

Нормативы $ПДК_{р/х}$ и содержание загрязняющих веществ для водных объектов Вологодской области

Вещество	Концентрации веществ по гидрологическим сезонам, мг/дм^3				$ПДК_{р/х}$
	Зимняя межень	Весеннее половодье	Летняя межень	Осенний паводок	
р. Суда д. Борисово-Судское					
Железо	0,53	0,42	0,51	0,57	0,10
Медь	0,004	0,006	0,005	0,005	0,001
Цинк	0,017	0,020	0,020	0,018	0,010
Нитраты	0,28	0,21	0,20	0,24	40,00
Сульфаты	11	14	13	13	100
Хлориды	5	4	5	5	300
Фосфаты	0,040	0,031	0,026	0,030	0,200
р. Малая Северная Двина выше г. Красавино					
Железо	0,39	0,50	0,28	0,32	0,10
Медь	0,004	0,006	0,005	0,006	0,001
Цинк	0,009	0,011	0,012	0,012	0,010
Нитраты	0,38	0,15	0,07	0,12	40,00
Сульфаты	65	26	36	21	100
Хлориды	15	6	9	13	300
Фосфаты	0,022	0,016	0,014	0,009	0,200
р. Сухона выше г. Тотьмы					
Железо	0,56	0,44	0,29	0,38	0,10
Медь	0,003	0,003	0,004	0,003	0,001
Цинк	0,009	0,008	0,007	0,008	0,010
Нитраты	0,42	0,26	0,17	0,21	40,00
Сульфаты	54	21	33	42	100
Хлориды	15	5	8	9	300
Фосфаты	0,059	0,033	0,034	0,038	0,200

В связи с вышеизложенным фактическое содержание соединений железа и меди в поверхностных водах Вологодской области составляет от 3 $ПДК_{р/х}$ до 6 $ПДК_{р/х}$ (в отдельных пунктах наблюдения до 9 $ПДК_{р/х}$), цинка - от 1 $ПДК_{р/х}$ до 2 $ПДК_{р/х}$. Полученные результаты доказывают наличие повышенного содержание соединений железа и меди в поверхностных водах Вологодской области. Главным образом это объясняется природным генезисом.

Кроме того, фактическое содержание нитратов в поверхностных водах Вологодской области в 100-200 раз меньше 1 $ПДК_{р/х}$, сульфатов - в 2-10 раз, хлоридов - в 20-30 раз, фосфатов - в 5-20 раз меньше 1 $ПДК_{р/х}$.

Результаты исследований свидетельствуют, что разработка и внедрение региональных экологических нормативов позволит исправить ситуацию, когда предельно допустимые концентрации, с одной стороны, необоснованно завышены (нитраты, сульфаты, хлориды и фосфаты), а с другой – занижены (медь, железо) и не могут быть соблюдены в силу естественных причин, обусловленных природными особенностями водных объектов Вологодской области.

Кроме этого, внедрение региональных критериев нормирования позволит снизить биогенную нагрузку и уменьшить негативные последствия, связанные с ухудшением её качества. В работе предлагается скорректировать предельно допустимые показатели концентраций для рыбохозяйственного использования в узком спектре, не отменяя более тысячи показателей, утвержденных Федеральным агентством по Росрыболовству приказом № 20 от 18.01.2010 г., тем самым региональное нормирование позволит внести фактор учёта природных особенностей водных объектов Вологодской области [2].

Выводы:

1. Оценено современное состояние нормирования поверхностных вод Вологодской области.

2. Доказано наличие повышенного содержание соединений железа и меди в поверхностных водах Вологодской области.

3. Выявлено, что существующие значения предельно допустимых концентраций для рыбохозяйственных водных объектов ($ПДК_{р/х}$) являются завышенными для поверхностных вод Вологодской области по нитратам, сульфатам, хлоридам и фосфатам.

Литература

1. Дмитриев В.В. Экологическое нормирование и устойчивость природных систем: учеб. пособие / В.В. Дмитриев, Г.Т. Фрумин. – СПб.: Изд-во «Наука», 2004. – 294 с.

2. Трусова Л.Н. О необходимости установления региональных экологических нормативов для водных объектов Вологодской области // Материалы Международного молодежного научного форума «ЛОМОНОСОВ-

2013» / Отв. ред. А.И. Андреев, А.В. Андриянов, Е.А. Антипов, М.В. Чистякова. [Электронный ресурс] — М.: МАКС Пресс, 2013 — 1 электрон. опт. диск (DVD-ROM); 12 см. - Систем. требования: ПК с процессором 486+; Windows 95; дисковод DVD-ROM; Adobe Acrobat Reader.

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ БОРА

Е.С. Тюрикова
Научный руководитель ***С.М. Чудновский****, канд. техн. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Бор – элемент главной подгруппы третьей группы, второго периода периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева, с атомным номером 5 [1].

Удаление бора и боратов при опреснении является весьма актуальной проблемой, так как не всегда удается очистить воду от соединений бора по стандартным схемам водоподготовки.

Как показывают медико-биологические исследования, бор является биологически активным элементом, и, в соответствии с принятой классификацией, его можно отнести к токсичным веществам. Необходимость извлечения соединений бора из питьевой воды обусловлена требованиями здравоохранения, так как соединения бора отрицательно влияют на организмы людей и животных.

Чрезмерное употребление бора опасно, поскольку производные данного элемента являются сильнодействующими токсическими веществами. Следствием этого может стать раздражение слизистых оболочек, а также поражение легких. Повышенное количество бора в организме также чревато раздражением желудка и кишечника. В более тяжелых и серьезных случаях может развиваться энтерит, а также опасная интоксикация, поражающая нервную систему, почки и печень.

Переизбыток бора также может привести к обезвоживанию организма, возникновению диареи и рвоты, шелушению кожи и зудящей красной сыпи, анемии, снижению аппетита и резкому снижению веса, дряблости кожи, выпадению волос, а также к атрофии мышц и жизненно важных органов.

Согласно исследованиям ВОЗ, бор не вызывает мутаций и не обладает канцерогенными действиями.

Проведенные исследования показали, что организм человека в сутки может переносить до 88 мкг бора на каждый килограмм массы тела. В литре воды содержание бора должно быть не более 0,3 мл. Четыре грамма бора считаются токсической дозой [3].

Известны способы удаления из воды ионов бора, которые заключаются в образовании и последующем осаждении твердого осадка в виде малорастворимого соединения в процессе химической реакции при добавлении соответствующих реагентов. Эти способы являются очень трудоемкими и сложными, так как:

- низкие скорости фильтрования при отделении от воды осадка;
- получаемые осадки, как правило, малоконцентрированы по бору, не обладают постоянством состава и нуждаются в дополнительной переработке;
- исключается повторное использование осадителей.

Кроме того, существуют способы удаления из воды ионов бора, основанные на мембранных технологиях [2]. Основным недостатком этих способов является то, что в отношении бора имеется ограничение для исходной воды: бор $\leq$ 1,5 ПДК.

В ВоГУ была разработана новая технология очистки воды от бора. Подана заявка на изобретение: «Способ очистки природных вод от ионов бора и устройство для его осуществления» (заявка № 2012156989).

Для чистоты эксперимента исследования проводились с использованием дистиллированной воды, в нее дозировался бор.

В настоящее время для внедрения новой технологии в процессы очистки природных (реальных) вод мы проводим несколько циклов предвнедренческих испытаний. Первый цикл испытаний проводился на лабораторной установке сначала в лаборатории кафедры химии, а затем на базовой лаборатории МУП «Вологдагорводоканал». На этих установках были получены некоторые положительные результаты, однако точность результатов не удовлетворила. Были установлены причины низкой точности, они заключались в малом объеме емкости установки (290 мл), и при этом в низкой скорости вытекания воды из установки (время вытекания составляло примерно 40 минут). Кроме того было отмечено, что сила тока при разных значениях разности потенциалов практически не изменялась. Это подтверждало теоретические предпосылки, изложенные в заявке на изобретение.

В дальнейшем каждый опыт состоял из трех частей: 1 – взятие пробы исходной воды на мутность, содержание сероводорода и бора, 2 – проведение опыта, когда катод находится внизу, 3 – проведение опыта, когда катод находится вверху. Перед проведением каждого опыта измерялась температура воды и другие характеристики опыта. После выполнения всех операций определялось содержание бора в очищенной воде.

Результаты некоторых опытов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Проба	Результат измерения содержания бора в воде		
	03.07.13	08.07.13	09.07.13
Исходная вода	3,1±0,5	2,5±0,4	2,0±0,3
У анода вверху	1,9±0,3	1,9±0,3	3,3±0,6
У катода внизу	1,72±0,29	2,3±0,4	2,4±0,4

Однако при использовании установки в лаборатории МУП «Вологдагорводоканал» обнаружили существенные недостатки: она была не прозрачной, расположена вертикально, что способствовало стоку ионов бора в отбираемую пробу, таким образом, результаты получались с низкой точностью. На основании этого был сделан вывод, что необходимо разработать новую установку, и МУП «Вологдагорводоканал» была смонтирована новая полупроизводственная установка для очистки воды от бора, в которой исключены недостатки прежней установки.

В дальнейших исследованиях использовалась вода из скважины поселка Мосейково Вологодского района, где содержание бора в воде превышает нормативные значения. В новой установке имеется возможность менять расстояние между электродами, менять направление отвода очищенной воды и воды загрязненной бором, визуально наблюдать за процессом очистки и отбирать пробы с различных уровней.

В таблице 2 приведены результаты исследовании за 3 октября 2013 года.

Таблица 2

Проба	Результат измерения содержания бора в воде
Исходная вода	2,08-2,09
У анода вверху	2,47-2,49
У катода внизу	2,81-2,84

На основании полученных результатов планируется отработать технические характеристики процессов очистки воды от бора в реальных условиях.

Литература

1. [Электронный ресурс]. - http://ru.wikipedia.org/wiki/Бор_(элемент)

2. Ковалев М.П., Назарова А.А., Лавров И.А. Удаление бора из воды методом обратного осмоса// Водоснабжение и канализация. – 2010.

3. [Электронный ресурс]. - http://vkusnoblog.net/sostav/bor

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РЫБНОГО НАСЕЛЕНИЯ РЕКИ ВОЛОГДЫ

А.Е Улютичева, Е.В. Угрюмова
Научный руководитель ***М.Я. Борисов****, канд. биол. наук, доцент*
Вологодская лаборатория ФГБНУ «ГосНИОРХ»
г. Вологда

Река Вологда является крупным правобережным притоком верхнего течения реки Сухоны. Длина реки составляет около 155 км [2]. Она берет начало из болотистой и залесенной местности неподалеку от д. Бугры Шекснинского района Вологодской области. Средняя ширина водотока в верхнем течении составляет – 5-10 м, в среднем – 15-25 м, а в нижнем – 70-110 м. Глубина реки варьирует в пределах от 1,9 до 2,6 м; скорость течения составляет 0,01 м/с, а на перекатах достигает 0,05 м/с. Река Вологда имеет более 100 притоков, из которых самыми крупными являются реки Тошня (75 км) и Масляная (82км). В зависимости от условий гидрологического режима река Вологда разделяется на три участка: Верхнюю Вологду (от истока до поселка Молочное), Среднюю Вологду (от поселка Молочное до плотины у д. Михальцево) и Нижнюю Вологду (от д. Михальцево до устья).

Водоток испытывает сильную антропогенную нагрузку, т.к. на его берегах расположено множество населенных пунктов, в том числе крупный административный центр - город Вологда, который использует воду водотока в качестве поверхностного источника водоснабжения. В реку Вологду сбрасываются неочищенные сточные воды МУП «Вологдазеленстрой», аварийные сбросы сточных вод МУП ЖКХ «Вологдагорводоканал», ливневая канализация. Вследствие близкого расположения к областному центру на реке развито любительское рыболовство. Также река Вологда судоходна.

Гидрохимические исследования состояния реки регулярно проводятся Вологодским центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды в черте г. Вологды в двух пунктах наблюдения: 1 км – выше г. Вологды (1 км – выше впадения р. Тошни) и 2 км – ниже г. Вологды (4 км – ниже впадения р. Шограш). Гидробиологические и ихтиологические исследования на водотоке ежегодно проводятся Вологодской лабораторией ФГБНУ «ГосНИОРХ». В данной работе представлены данные исследований, проведенных в 2008-2012 годах. Научно-исследовательский лов осуществлялся мелкоячейными и крупноячейными ставными сетями.

Целью работы – оценить современное состояние рыбного населения реки Вологды.

Ихтиофауна реки Вологды насчитывает 20 видов рыб из семейств: карповые (11 видов), окуневые (3 вида), щуковые (1 вид), балиторовые (1 вид), вьюновые (1 вид), керчаковые (1 вид), налимовые (1 вид) и головешковые (1 вид) [1;3]. Нерест большинства видов рыб за исключением налима, который нерестится зимой, проходит весной – в начале лета. Нерестятся рыбы в основном на растительности. По типу питания в ихтиофауне преобладают эврифаги и бентофаги (табл. 1).

Таблица 1

Видовой состав рыб реки Вологды

Семейство	Виды	Сроки нереста	Нерестовый субстрат	Тип питания
Щуковые	Щука обыкновенная – *Esox lucius*	весна	фитофил	хищник
Карповые	Лещ – *Abramis brama*	весна	фитофил	бентофаг
	Уклейка – *Alburnus alburnus*	весна	фитофил	эврифаг
	Жерех обыкновенный – *Aspius aspius*	весна	литофил	хищник
	Густера – *Blicca bjoerkna*	весна	фитофил	бентофаг
	Карась золотой – *Carassius carassius*	весна	фитофил	бентофаг
	Пескарь – *Gobio gobio*	весна	псаммофил, литофил	бентофаг
	Голавль – *Leuciscus cephalus*	весна	литофил	эврифаг
	Язь – *Leuciscus idus*	весна	псаммофил, литофил	эврифаг
	Елец – *Leuciscus leuciscus*	весна	литофил	эврифаг
	Гольян обыкновенный – *Phoxinus phoxinus*	весна	литофил	эврифаг
	Плотва – *Rutilus rutilus*	весна	фитофил	эврифаг
Балиториевые	Голец усатый –*Barbatula barbatula*	весна	псаммофил, фитофил	эврифаг
Вьюновые	Щиповка обыкновенная – *Cobitis taenia*	весна	псаммофил, литофил	бентофаг
Налимовые	Налим – *Lota Lota*	зима	безразличен	хищник
Окуневые	Окунь речной – *Perca fluviatilis*	весна	безразличен	эврифаг
	Ерш обыкновенный – *Gymnocephalus cernuus*	весна	безразличен	бентофаг
	Судак обыкновенный - *Sander lucioperca*	весна	псаммофил, литофил	хищник
Головешковые	Головешка-ротан – *Perccottus glenii*	весна	безразличен	хищник
Керчаковые	Подкаменщик обыкновенный – *Cottus gobio*	весна	псаммофил, литофил	бентофаг

Нижнее и верхнее течение реки отличается по видовому составу. Наиболее разнообразный видовой состав рыбного населения характерен для нижнего течения. На нижних участках течения реки, где глубина и скорость течения ниже, создаются благоприятные условия для обитания рыб лимно-

фильного комплекса (щука, лещ, плотва и др.). Кроме того, ихтиофауна пополняется за счет нерестовых миграций судака, жереха и голавля из реки Сухона.

В верхнем течении, где водоток узкий и неглубокий преобладает реофильный комплекс рыб (пескарь, елец, гольян и др.). Верхнее и нижнее течения реки отличаются и по численности рыб. При ловле рыбы в верхнем течении уловистость мелкоячейных сетей составляла около 40 шт/сетесутки, а в нижнем течении – 115 шт/сетесутки.

В научно-исследовательских уловах ставными сетями в 2008-2012 годах было отмечено 8 видов рыб (лещ, густера плотва, язь, окунь, ерш, судак, щука), относящихся к 3 семействам. Наибольшее количество видов относится к семейству карповые. В уловах по численности доминировали плотва (30,5%), окунь (29,2%) и лещ (24,6%), а по биомассе – лещ (28,6%) и язь (25,8%). Средние размеры и масса отловленных особей приведены в таблице 2. Наиболее крупные особи в уловах характерны для леща, язя и щуки.

Таблица 2

Размерные и весовые характеристики рыб р. Вологды (2008-2012 гг.)

Вид	Длина,см			Доля по численности, %	Масса, г			Доля по биомассе, %
	средняя	min	max		средняя	min	max	
плотва	16,6	11	22	30,5	96,6	25	216	21,1
окунь	15,7	11	22	29,2	78,9	22	216	16,5
лещ	18,0	11	36	24,6	162,9	22	982	28,6
густера	15,2	10	26	7,8	95,9	21	390	5,4
язь	28,0	16	36	6,7	538,8	72	1055	25,8
щука	25,5	21	29	0,6	167,8	87	246	0,7
ерш	9,7	9	11	0,4	20,0	14	28	0,1
судак	–	51	–	0,1	–	1825	–	1,9

Результаты изучения размерно-возрастных характеристик рыб реки Вологды показали, что наибольший темп роста характерен для леща и язя (рис.1).

Также в ходе исследований отмечены отличия в темпах роста популяций рыб, обитающих в верхнем и нижнем течениях. Так, например, в нижнем течении лещ в возрасте 4+ достигает длины 15,3 см, а в верхнем течение – 11,6 см; окунь в нижнем течении в возрасте 5+ имеет длину – 16,1 см, а в верхнем течении – 14,4 см. В половой структуре изученных популяций было отмечено преобладание самок.

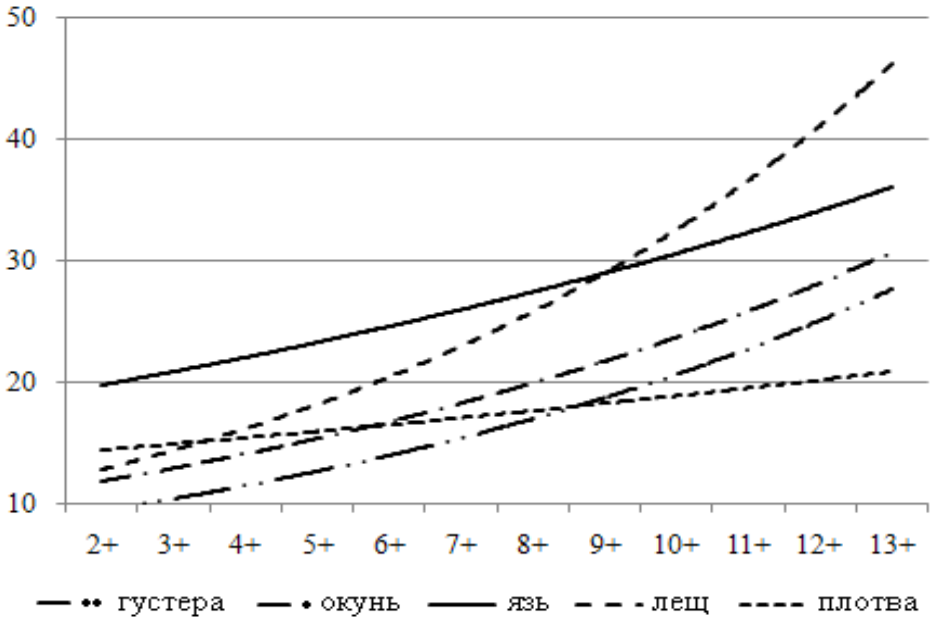


Рис. 1. Темпы роста рыб р. Вологды

С 2010 года ведётся изучение накопления ртути в мышечной ткани рыб из реки Вологды. Определение ртути проводится в Институте биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина на ртутном анализаторе РА-915+ с приставкой ПИРО (Люмэкс) атомно-абсорбционным методом холодного пара. В результате проведенных исследований было выявлено, что содержание ртути в мышечной ткани рыб реки Вологды изменялось 0,045 мг/кг (лещ) до 0,47 мг/кг (окунь) (рис. 2), а средние показатели её концентрации варьировали от 0,089 мг/кг (ерш) до 0,283 мг/кг (щука).

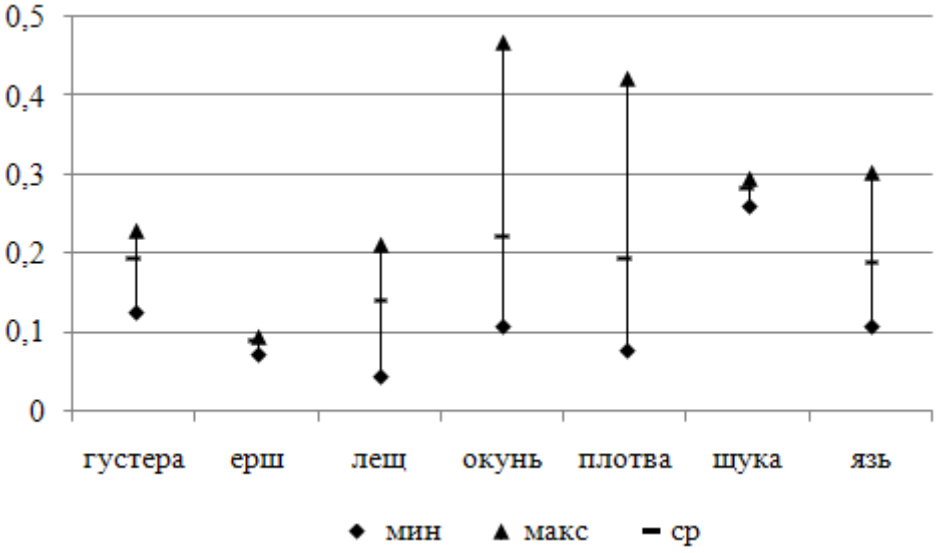


Рис. 2. Содержание ртути в мышечной ткани рыб реки Вологды

В результате проведенных исследований можно сделать вывод о том, что в целом состояние рыбного населения реки Вологды удовлетворительное.

В составе ихтиофауны отмечено 8 широко распространенных в регионе видов рыб. Вследствие разнообразия условий местообитания, а также наличия в среднем течении плотины, характерны отличия верхнего и нижнего течения реки по составу рыбного населения, численности, темпам роста основных видов рыб.

Литература

1. Изучение влияния сточных вод очистных сооружений г. Вологды на экосистемы рек Вологды и Делевки / Отчет о НИР. Вологодская лаборатория ФГБНУ «ГосНИОРХ».- Вологда, 1989.- 54 с.

2. Природа Вологодского района.- Вологда, 1954.- 80 с.

3. Экологическая и рыбохозяйственная характеристика бассейна р. Сухоны и пути рационального использования речных экосистем. Этап «Изучение современного состояния экосистемы р. Сухоны». Отчет о НИР / Вологодская лаборатория ФГБНУ «ГосНИОРХ».- Вологда, 1991.- 205 с.

НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИЗБИРАТЕЛЬНОЙ ОЧИСТКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ОТ ВРЕДНЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ

М.В. Шулятьева
Научные руководители ***С.М. Чудновский****, канд.техн. наук, доцент*
Л.М. Воропай*, канд. хим. наук, доцент*
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Вода имеет важное значение для здоровья человеческого организма, т.к. человек сам состоит из воды почти на 70%. Если вспомнить, что любой организм состоит из множества клеток, а в организме среднестатистического взрослого человека примерно 70 триллионов клеток, то становится понятно, что для общего состояния организма очень важно, чтобы каждая клетка была здорова [1].

Как известно, в воде содержится определенное количество вредных ингредиентов.

Так, например, при непродолжительном употреблении бора, содержащегося в питьевой воде в повышенных концентрациях у людей возникает раздражение желудочно-кишечного тракта. При длительном воздействии соединений бора нарушение процессов пищеварения приобретает хронический характер (развивается так называемый "борный энтерит"), возникает и борная интоксикация, которая может поразить печень, почки, центральную нервную систему [2].

Вредное воздействие на организм оказывает содержание в воде железа, причем в концентрациях уже выше 0.3 мг/л. Это неприятности со здоровьем, начиная от аллергических реакций - аллергия может быть на что угодно, до "увеличения риска инфарктов и негативного влияния на репродуктивную функцию организма, сухости и зуда".

К важнейшим проявлениям действия алюминия на организм относят нарушение двигательной активности, судороги, снижение или потерю памяти, психопатические реакции. В некоторых исследованиях алюминий связывают с поражениями мозга, характерными для болезни Альцгеймера.

Разовое употребление воды, содержание бария в которой значительно превосходит максимально допустимые значения, может привести к мышечной слабости и болям в брюшной области [3].

Повышенное содержание в воде марганца чрезвычайно опасно для здоровья человека. Марганец накапливается в организме человека и его почти невозможно вывести. Марганец проникает в канальцы нервных клеток и тем самым препятствует прохождению нервных импульсов. Вследствие этого у человека появляется утомляемость, сонливость, снижается работоспособность, часто возникает головокружение. Отравление марганцем очень сложно диагностировать. Симптомы при отравлении марганцем присущи многом заболеваниям. Особенно опасно употребление воды с повышенной концентрацией марганца беременными женщинами. У беременных, употребляющих во время беременности воду с повышенной концентрацией марганца, очень часто рождаются умственно неполноценные дети.

Избыток меди в питьевой воде может приводить к заболеваниям желудочно-кишечного тракта и даже к циррозу печени. К тому же, если предельно допустимая концентрация меди превышена, некоторые её соединения могут быть токсичны.

Негативное воздействие оказывают на организм человека и остальные вредные ингредиенты.

Однако большинство скважин вообще не оборудованы никакими установками, а на отдельных скважинах применяют громоздкие сооружения, на которых невозможно обеспечить точечное удаление вредных ингредиентов и оставить полезные ингредиенты.

Поэтому в течение ряда лет в ВоГУ на базе кафедр КИОПР и химии проводятся исследования, связанные с разработкой новых малозатратных технологий, предназначенных для удаления из воды вредных ингредиентов.

Большинство вредных ингредиентов обладает электрофоретической подвижностью под воздействием постоянного электрического поля.

Мы в своих исследованиях использовали именно это специфическое свойство этих ингредиентов.

В процессе исследований был сделан вывод, что, так как эти технологии, которые мы разрабатываем, имеют одно направление, а в природных водах обычно содержатся не один ингредиент, а сочетание целого ряда ингредиентов, то имеет смысл разработать комплексную технологию удаления из подземных вод вредных ингредиентов. То есть на одной малогабаритной установке можно будет производить удаление целого набора ингредиентов.

В таблицах 1 и 2 приведена информация о большинстве этих ингредиентов, обладающих указанными свойствами. В частности, в табл. 1 представлена информация об ингредиентах, по которым мы уже проводили исследования, и были получены определенные результаты.

Таблица 1

Показатели	Единицы измерения	Нормативы (предельно допустимые концентрации (ПДК)), не более	Показатель вредности <1>	Класс опасности	Придельная подвижность ионов в водном растворе при $25^0 C$, $\left[Ом^{-1} \cdot см^2 \cdot г-экв^{-1}\right]$	Скорость движения иона в водном растворе при разности потенциалов 10 В, находящихся на расстоянии 1 см $(м \cdot с^{-1})$
Алюминий (AL3+)	мг/л	0,5	с.-т.	2	63	$6{,}53 \cdot 10^{-5}$
Барий (Ba2+)	- " -	0,1	- " -	2	63,63	$6{,}6 \cdot 10^{-5}$
Бор (B, суммарно)	- " -	0,5	- " -	2	78,14	$8{,}1 \cdot 10^{-5}$
Железо (Fe3+)					68	$7{,}05 \cdot 10^{-5}$
Железо (Fe2+)					53	$5{,}5 \cdot 10^{-5}$

К настоящему времени по полученным результатам был подан ряд заявок на изобретения:

1. Способ фторирования воды и устройство для его осуществления (Патент RU № 2452692 от 15.06.2010).

2. Способ обесфторивания подземных вод и устройство для его осуществления (Патент RU № 2274608 от 20.04.2006).

3. Способ обезжелезивания подземных вод и устройство для его осуществления (Решение о выдаче патента от 15 июля 2013г. на изобретение по заявке № 2012106325).

4. Способ очистки природных вод от ионов бора и устройство для его осуществления (заявка № 2012156989).

5. Установка для забора и очистки воды из поверхностных источников (Патент RU № 2453659 от 20.06.2012 (применяется электрофорез в качестве метода очистки воды)).

В таблице 2 представлена информация об ингредиентах, по которым планируются исследования.

Кроме того, по данному направлению планируется подготовка групповой заявки на изобретение.

До настоящего времени были выполнены пробные исследования, по которым получены положительные результаты по удалению алюминия и бария.

Традиционные существующие технологии очистки воды дорогостоящие, громоздкие, требуют дополнительный персонал для управления, такие как электролизные установки, электродиализные установки и так далее. Поэтому большинство скважин вообще не оборудованы никакими установками, а на отдельных скважинах применяют эти громоздкие сооружения, но на них невозможно обеспечить точечное удаление вредных ингредиентов и оставить полезные ингредиенты.

В настоящее время планируется создать и установить на отдельных скважинах предложенные нами установки, на которых будут удаляться вредные ингредиенты, в частности имеется договоренность с МУП «Вологдагорводоканал» о расположении таких установок на двух скважинах поселка Мосейково Вологодского района, где будет удаляться сразу 2 ингредиента: бор и сероводород.

Имеется в перспективе договоренность, что нам будут предоставлены другие скважины для расположения опытных установок.

Планируется разработать 2 варианта установок:

1.Установки, располагаемые на водоподъемных трубах каждой скважины. Их работа будет проходить в автоматическом режиме (в этом помощь нам оказывает кафедра автоматизации ВоГУ)

2.Установки для индивидуальных пользователей.

Таблица 2

Показатели	Единицы измерения	Нормативы (предельно допустимые концентрации (ПДК)), не более	Показатель вредности <1>	Класс опасности	Придельная подвижность ионов в водном растворе при $25^0 C$, $\left[Ом^{-1} \cdot см^2 \cdot г-экв^{-1}\right]$	Скорость движения иона в водном растворе при разности потенциалов 10 В, находящихся на расстоянии 1 см ($м \cdot с^{-1}$)
Бериллий (Be2+)	- " -	0,0002	- " -	1		
Кадмий (Cd, суммарно)	- " -	0,001	с.-т.	2	54	$5{,}6 \cdot 10^{-5}$
Марганец (Mn, суммарно)	- " -	0,1 (0,5) <2>	орг.	3	53,5	$5{,}54 \cdot 10^{-5}$
Медь (Cu, суммарно)	- " -	1,0	- " -	3	56,6	$5{,}87 \cdot 10^{-5}$
Нитраты (по NO3-)	- " -	45	с.-т.	3	71,46	$7{,}4 \cdot 10^{-5}$
Свинец (Pb, суммарно)	- " -	0,03	- " -	2	70	$7{,}25 \cdot 10^{-5}$
Стронций (Sr2+)	- " -	7,0	- " -	2	59,5	$6{,}17 \cdot 10^{-5}$
Сульфаты (SO_4^{2-})	- " -	500	орг.	4	80,02	$8{,}29 \cdot 10^{-5}$
Фториды (F-)					55,4	$5{,}74 \cdot 10^{-5}$
для климатических районов						
- I и II	- " -	1,5	с.-т.	2		
- III	- " -	1,2		2		
Хлориды (Cl-)	- " -	350	орг.	4	76,35	$7{,}91 \cdot 10^{-5}$
Хром (Cr6+)	- " -	0,05	с.-т.	3		
Цианиды (CN")	- " -	0,035	- " -	2	78	$8{,}08 \cdot 10^{-5}$
Цинк (Zn2+)	- " -	5,0	орг.	3	53	$5{,}49 \cdot 10^{-5}$

Литература

1. [Электронный ресурс]. - http://pharmika.flexum.ru/blog.html?comments=6853

2. [Электронный ресурс]. - http://www.ovallab.ru/him52-7.htm

3. [Электронный ресурс]. - http://www.water.ru/bz/param/ferrum.shtml

ИОНИЗАЦИОННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОЧИСТКИ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ ВЫБРОСОВ ОРГАНИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

А.М. Щербина

Научные руководители: ***Л.М. Воропай****, канд. хим. наук, доцент*

Е.Б. Гительман*, канд. техн. наук, доцент*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В производственных условиях в настоящее время применяют различные типы и конструкции устройств для очистки газовоздушных смесей от загрязняющих веществ органического и неорганического происхождения.

Процессы интенсификации очистки газовых выбросов от органических соединений осуществляются в двух направлениях:

– разработка новых конструкционных элементов в существующих установках, обеспечивающих повышение эффективности очистки газовоздушных смесей;

– разработка принципиально новых методов очистки, которые являются экологически безопасными и более эффективными.

Применяемые в настоящее время мокрые, сухие способы и устройства для очистки выделяемых в промышленных технологических процессах выбросов являются затратными и не всегда позволяют очистить газовоздушную среду до действующих норм выбросов.

Достаточно крупную долю устройств, очищающих газы от вредной органики, составляют устройства, использующие энергию коронного разряда. Среди всего этого многообразия устройств для очистки можно особенно выделить два типа:

– устройства, использующие энергию коронного разряда для окисления веществ и очистки загрязненных газовоздушных смесей [1];

– устройства, использующие коронный разряд в качестве вспомогательного фактора при использовании какого-либо иного способа очистки (адсорбция, абсорбция, электростатическое осаждение и пр.) в качестве основного [2].

В устройствах первого типа под действием коронного разряда образуется озон, который вызывает глубокое окисление органических соединений. Для этого используются различные типы плазмохимических реакторов. В работе А.В. Токарева [3] приводится описание разрядной ячейки коаксиальной геометрии, состоящей из коронирующего провода, натянутого по оси цилиндрического электрода. С целью стабилизации температуры автор использует рубашку водяного охлаждения. Зажигание в разрядной ячейке положительной и отрицательной короны производится при подаче на коронирующий электрод.

В Вологодском государственном университете была сконструирована и собрана ионизационная камера, в которой для очистки газовых выбросов от органических соединений используют энергию коронного разряда.

Основным элементом установки является электроразрядное устройство (ЭРУ), представляющее собой стеклянную трубку со съемными металлическими крышками на торцах. Расположенная ассиметрично на валу пара электродов находится на определенном расстоянии от кольцевого электрода. В результате чего с ближнего электрода к кольцевому проскакивает искровой разряд, а второй только коронирует. При моделировании процессов окисления обеспечивается возможность изменения количества и формы электродов.

Один из электродов установлен стационарно, и на него подаётся напряжение переменного тока 6-8 кВ; другой электрод (вращающийся) выполнен в виде стержня и соединён с асинхронным двигателем, который приводит его в круговое движение с регулировкой частоты вращения (500÷5000 об/мин). За счет вращения электрода газовоздушная смесь обрабатывается равномерно по всему объёму камеры. В результате увеличивается скорость контакта загрязнённых веществ с активными веществами (радикалами кислорода и азота), следствием чего является повышение эффективности окисления. Эффективность процессов окисления в лабораторных условиях определяется экспериментальным путём на разных модельных растворах, содержащих различные органические загрязняющие вещества. Из полученных экспериментальных данных следует, что эффективность окисления зависит от природы органических примесей, скорости газовоздушного потока, частоты вращения электродов, объёма зоны ионизации, материала и формы электродов, величины напряжения. При проведении экспериментов использовались электроды, изготовленные из меди, и обеспечивалась различная эффективность окисления органических соединений, составляющая от 76 до 95 %. Максимальная эффективность окисления при большой концентрации загрязняющих веществ (формальдегид, этанол, этилацетат, ацетон, гексан, бензол, толуол, ксилол) в ГВС составила 95 %.

На рис. 1 изображена трехмерная модель экспериментальной установки.

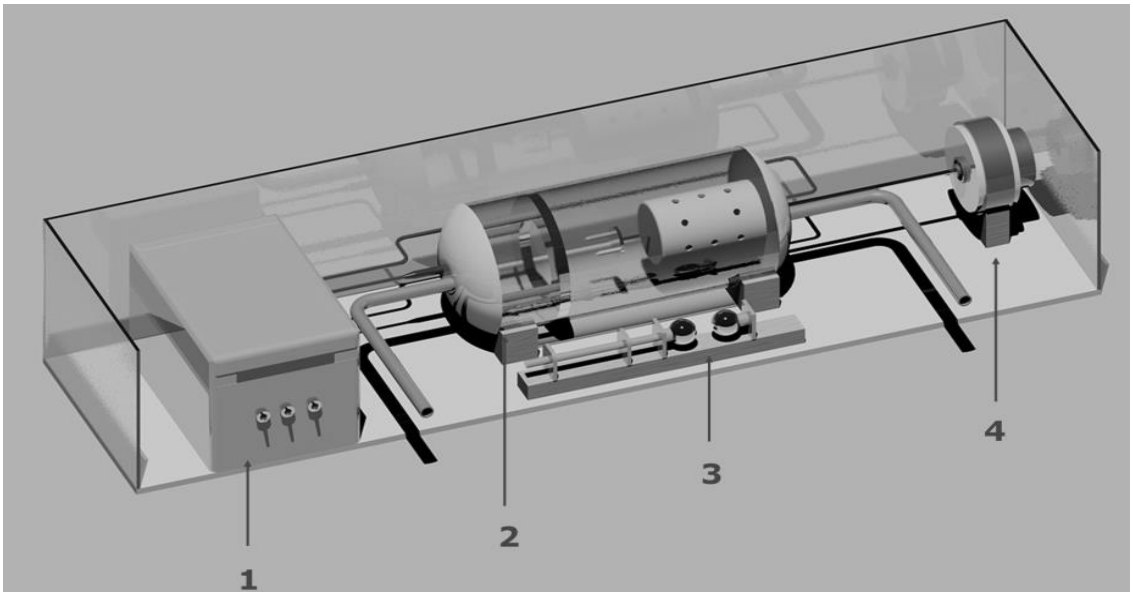


Рис. 1. Ионизационная установка:
1–блок управления ионизационной установкой;
2–ионизационная камера; 3–искровой вольтметр; 4–привод электрода

Рядом с ЭРУ за средней лицевой панелью расположен шаровой разрядник. Он представляет собой два стальных шарика диаметром 10 мм, электрически подключенных параллельно электродам ЭРУ. Разрядник выступает в качестве искрового вольтметра.

При определенном сближении шариков между ними будет формироваться искровой разряд. В этом случае между электродами образуется коронный разряд небольшой мощности, очертания и форму светящейся области которого можно рассмотреть в полной темноте. Она представляет собой конус, своей вершиной касающийся острия стержневого электрода, а основанием шириной до 1,5 см – кольцевого.

Электропривод электрода (ЭПЭ) включает асинхронный конденсаторный электродвигатель с короткозамкнутым ротором, размещенный на подвижной платформе, схему включения двигателя в сеть 220 В и блок управления его скоростью вращения. Передача крутящего момента с вала двигателя на стержень обеспечивается эластичной муфтой. Изменение скорости вращения двигателя обеспечивается изменением напряжения, подаваемого на одну из обмоток ЭПЭ. Количество импульсов напряжения, передаваемых на одну из обмоток ЭПЭ за 1 секунду, соответствует частоте вращения вала двигателя [об/сек]. Для измерения частоты к выводам катушки может быть подключен осциллограф или частотомер.

Принципиальная электрическая схема блока питания лабораторной ионизационной установки, представлена на рисунке 2.

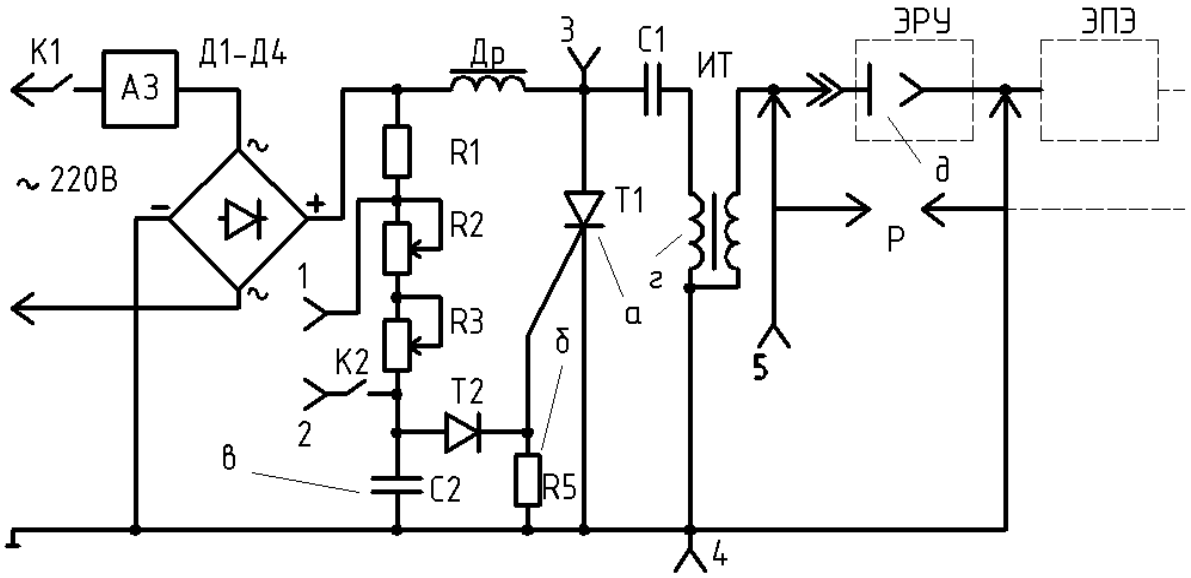


Рис. 2. Электрическая схема лабораторной ионизационной установки: а – тиристор; б – резистор; в – конденсатор; г – катушка; д – электроды

Источник высокого напряжения (ИВН) состоит из: аппарата защиты от токов короткого замыкания и перегрузки (АЗ), мостового выпрямителя, тиристорного генератора импульсов и высоковольтного импульсного трансформатора. Генератор импульсов включает два конденсатора, емкость которых различна.

Исходя из того, что конденсатор С1 по ёмкости значительно превосходит ёмкость конденсатора С2, он заряжается значительно быстрее, так как полное сопротивление его цепи зарядки Z<<R1(+R2+R3). За счёт различной емкости конденсаторов получаются высоковольтные импульсы положительной полярности (рис. 2). Ток, протекающий во вторичной обмотке любого трансформатора, является переменным с нулевым суммарным переносом заряда, поэтому нельзя говорить о наличии катода и анода в цепи вторичной обмотки, если в ней нет выпрямителя. Максимальная амплитуда импульса ограничивается утечками в нагрузке и в самом трансформаторе. При определённых условиях (>40000 В) максимальная амплитуда импульса может регулироваться в сторону уменьшения сокращением величины разрядного промежутка в разрядной трубке или в разряднике. Период следования импульсов определяется сопротивлением в цепи зарядки конденсатора С2 и регулируется при помощи переменных резисторов R2 и R3. Каждому значению этого сопротивления соответствует определённая частота импульсов, а также напряжение U_1 (гнёзда 3,4) на конденсаторе С1, с которого он начинает разряжаться.

Выполняя предварительную калибровку и устанавливая значения R2+R3 перед каждым опытом, можно определить не только частоту следования импульсов, но и энергию в первичной обмотке. Энергия импульса во вторичной обмотке меньше чем в первичной из-за потерь энергии в трансформа-

торе. С учётом всех потерь, на пути к разрядному промежутку энергию импульса, выделяющуюся в нём, в первом приближении можно принять равной половине от энергии в первичной обмотке.

При экспериментальных исследованиях получена высокая степень очистки газовоздушных смесей от органических соединений, составляющая от 70-98%.

Разрабатываемый и описываемый тип ионизационной камеры подразумевает проведение финишной очистки газовоздушных смесей от органических соединений методом их глубокого окисления без вторичного загрязнения продуктами реакции при малых энергетических затратах. Такой тип установки является безопасным, т.к. в нем исключается возможность воспламенения газовоздушных смесей. Данное преимущество является значимым для возможности дальнейшего внедрения ионизационного способа очистки газовоздушных смесей от органических примесей в производство.

Литература

1. Понизовский А.З., Гостеев С.Г., Маевский В.А., Филиппов С.Н. Применение низкотемпературной неравновесной плазмы для очистки вентвыбросов от вредных газообразных примесей // Экология и промышленность России. –2012. – № 6. – С. 4-9.

2. Ермоловский А.В., Голованчиков А.Б., Остроухов С.Б., Дулькина Н.А. Использование коронного разряда для увеличения степени очистки газовой среды от летучих органических соединений // Химическая промышленность сегодня. –2004. – № 4. – С. 53-56.

3. Токарев А.В. Сравнительные характеристики синтеза озона в коронных разрядах // Вестник КРСУ. –2008. – Т.8. – № 10. – С. 106-110.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ОНКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДА ЧЕРЕПОВЦА

М.Е. Юрин, Е.И. Лукашенко

Научный руководитель ***М.Ф. Умаров****, д-р физ.-мат. наук, профессор*

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Актуальность. В нормативно-правовых актах Российской Федерации закреплено положение о том, что гражданам гарантируется право на благоприятную среду обитания, факторы которой не создают угрозу жизни и/или здоровью человека [1]. Все компоненты среды обитания популяции в современных промышленных населенных пунктах испытывают техногенное изменение, обусловленное наличием на городских территориях крупных промыш-

ленных предприятий различной отраслевой направленности. Поэтому во всех составляющих окружающую среду отмечается наличие значительного числа опасных для здоровья населения поллютантов.

Одним из таких населённых пунктов является город Череповец Вологодской области. Исследования динамики заболеваемости всего населения г. Череповца указывают на ежегодное увеличение числа заболевших, свидетельствующее о напряжённом состоянии среды обитания [2]. Одним из индикаторов экологического неблагополучия является показатель онкологической заболеваемости. Достоверно установлено, что его увеличение на селитебной территории свидетельствует о напряженных и неблагоприятных условиях окружающей среды [3].

Все вышеизложенное определило цель наших исследований, которая может быть сформулирована следующим образом. Цель: изучение особенностей онкологической заболеваемости населения города Череповца Вологодской области.

Материал и методы исследования. Основным методом исследования был выбран ретроспективный анализ медицинской документации: ежегодных отчётов Департамента здравоохранения области, отчётов областного онкологического диспансера и первичной медицинской документации (карты амбулаторных больных). Статистический анализ полученных данных был произведён с помощью программы MS Excel.

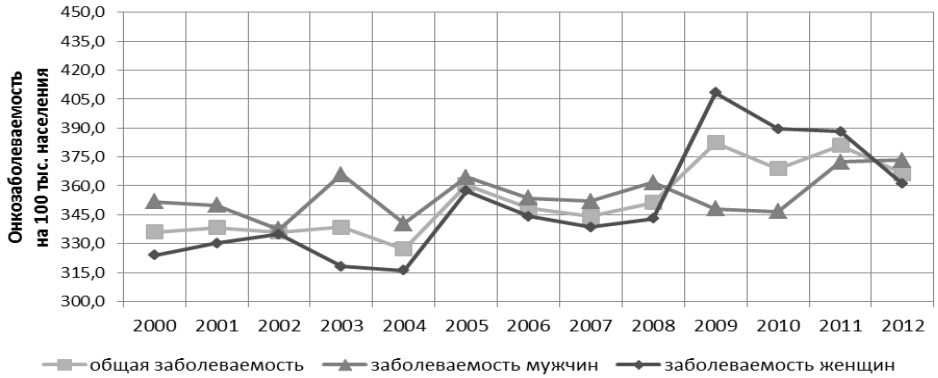
Результаты и их обсуждение. Анализ многолетних данных с 2000 по 2012 годы указывает на постоянный рост заболеваемости злокачественными новообразованиями населения г. Череповца. За тринадцатилетний период произошло постепенное увеличение показателя в 1,1 раза. Максимальное значение было достигнуто в 2009 году (395,8 $^{o}/_{oooo}$). Значения среднемноголетнего показателя онкологической заболеваемости для мужской и женской части популяции находятся на одном уровне – 362,7 $^{o}/_{oooo}$ и 362,8 $^{o}/_{oooo}$, соответственно. В гендерной структуре онкозаболеваемости населения города большинство женщин (55 %), что отличается от данных по РФ, где более высокий уровень онкозаболеваемости присущ мужчинам.

В силу того, что территория города состоит из четырёх административных районов, и каждый обладает специфическими особенностями, характерными лишь для него (наличие/отсутствие промышленных предприятий; наличие/отсутствие развитой транспортной сети; несоответствие плотности населения). Следует рассматривать ситуацию онкологической заболеваемости индивидуально для каждого жилого района г. Череповца.

Для *Индустриального района* среднемноголетний показатель заболеваемости злокачественными новообразованиями за период 2000-2012 гг. составил 398,3 на 100 тыс. населения. Максимальное значение он принимал в 2009 году – 430,1 $^{o}/_{oooo}$. Для мужской части популяции показатель заболеваемости составил 428,0 $^{o}/_{oooo}$, для женщин 378,2 $^{o}/_{oooo}$. Динамика заболеваемости злокачественными новообразованиями в рассматриваемом районе приведена на рис. 1, а.

а) Индустриальный район

б) Северный район



в) Зареченский район

г) Зашекснинский район

Рис. 1. Динамика заболеваемости злокачественными новообразованиями населения административных районов г. Череповца

за период 2000-2012 годы

Северный район характеризуется среднемноголетним показателем онкозаболеваемости – 356,6 на 100 тыс. населения. Максимальное значение (476,8$^{o}/_{oooo}$) было достигнуто в 2005 году. В большей степени заболеваемости подвержены мужчины (381,9 $^{o}/_{oooo}$), менее – женщины (338,9 $^{o}/_{oooo}$). Динамика заболеваемости злокачественными новообразованиями для Северного района приведена на рис. 1, б.

В *Зареченском районе* среднемноголетний показатель заболеваемости злокачественными новообразованиями находится на уровне 352,1 на 100 тыс. населения. В 2009 году было достигнуто максимальное значение – 382,5$^{o}/_{oooo}$, а минимальное в 2004 году – 327,3 $^{o}/_{oooo}$. Показатель мужской заболеваемости (355,1 $^{o}/_{oooo}$) превалирует над показателем женской (349,7 $^{o}/_{oooo}$). Тринадцатилетняя динамика заболеваемости злокачественными новообразованиями для Зареченского района города приведена на рис. 1, в.

Для *Зашекснинского административного района* показатель общей онкозаболеваемости находится на уровне 334,6 на 100 тыс. населения. Максимальное значение было достигнуто в 2009 году – 368,1 $^{o}/_{oooo}$, а минимальное в 2004 году – 312,6 $^{o}/_{oooo}$. В большей степени онкологической заболеваемости подвержены мужчины 345,9 $^{o}/_{oooo}$, для женщин показатель заболеваемости 325,2 на 100 тыс. населения. Динамика заболеваемости злокачественными новообразованиями для Зашекснинского района приведена на рис. 1, г.

Наибольшее значение показателя заболеваемости злокачественными новообразованиями характерно для жителей Индустриального района – 398,3 на 100 тыс. населения, далее по убыванию: Северный район – 356,6 $^{o}/_{oooo}$; Зареченский район – 352,1 $^{o}/_{oooo}$; Зашекснинский район – 334,6 $^{o}/_{oooo}$. Постепенный рост и сглаженная динамика показателей онкозаболеваемости характерна для Индустриального района города. В остальных районах динамика онкозаболеваемости имеет резкие перепады и рывки.

В общей структуре локализаций опухолей населения г. Череповца нами замечены существенные различия в зависимости от района проживания заболевшего (рис. 2). Самыми часто встречающимися локализациями опухоли у членов популяции в населенном пункте являются трахея, бронхи, лёгкие; кожа; желудок; молочная железа и кишечник. Рак трахеи, бронхов, лёгкого в структуре заболеваемости населения Индустриального и Северного районов находится на первом месте 15,8% и 15,2%, соответственно; в Зареченском и Зашекснинском районах данной локализации принадлежит второе место 14,3% и 13,3%. Новообразования кожи первое место занимают в Зареченском район (14,6%); второе место – Индустриальный (14,5%) и Северный (14,3%) районы; третье – Зашекснинский район (13,1%). Опухоль желудка в структуре заболеваемости Индустриального района находится на третьем месте (13,6%), а в Северном, Зареченском и Зашекснинском районах на четвертом месте 13,2%, 12,7% и 12,2%, соответственно. Злокачественные новообразования мо-

лочной железы в Зашекснинском районе занимают первое место (13,6%); на третьем месте данная локализация находится в Северном (13,8%) и Зареченском (13,5%) районах; на четвертом месте – в Индустриальном районе (13,2%). Опухолям кишечника во всех административных районах города принадлежит пятое место.

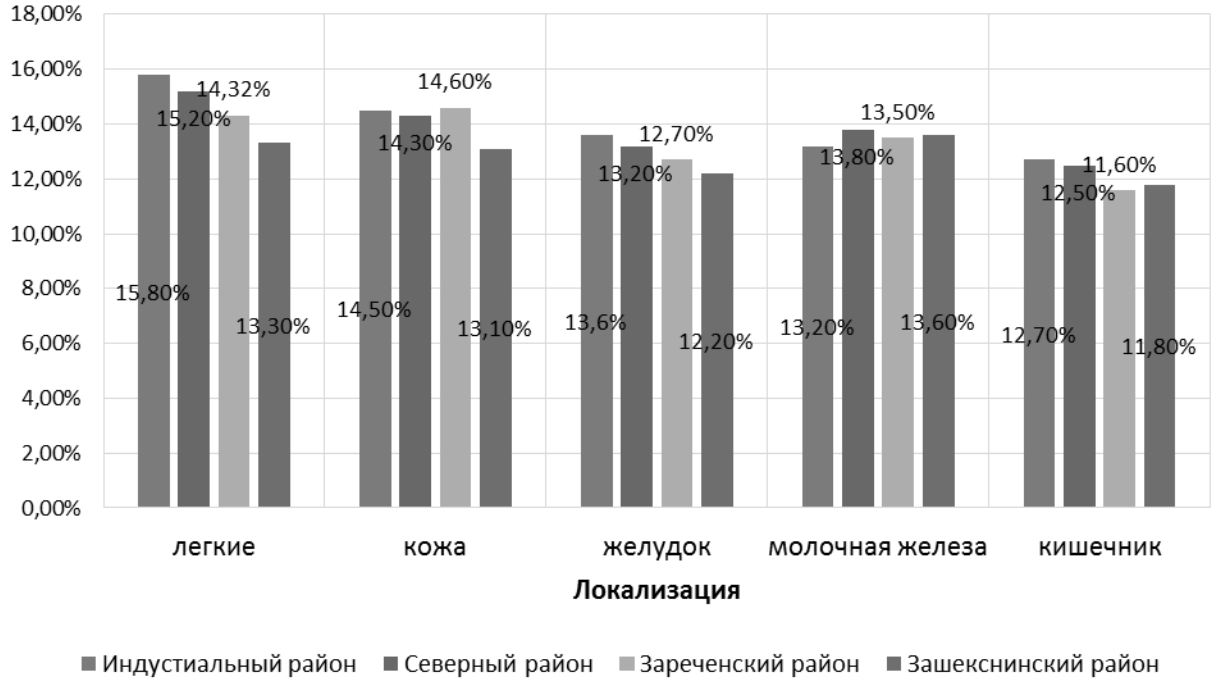


Рис. 2. Локализация злокачественных новообразований у населения административных районов г. Череповца за 2000-2012 год

Литература

1. Федеральный закон Российской Федерации от 30 марта 1999 года №52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».

2. Умаров М.Ф., Юрин М.Е. Медико-демографическая характеристика урбанизированной территории города Череповца // Вузовская наука –региону: материалы одиннадцатой всероссийской научно-технической конференции.- Вологда: ВоГТУ, 2013.- С.181-184.

3. Аверьянова Н.И. Влияние химического загрязнения окружающей среды на состояние детей: автореф. дис. … д-ра мед. наук: 14.00.09 / Аверьянова Наталья Ивановна; Пермская гос. мед. академия – Москва. 1996. – 37 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Секция «УПРАВЛЯЮЩИЕ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ В ЭНЕРГЕТИКЕ, ПРОМЫШЛЕННОСТИ И БИЗНЕСЕ»

Богданов Д.С. *Контроль фазовой траектории генератора с использованием векторных измерений* 4
Бутов Н.С. *Построение высокопроизводительных кластеров на основе технологии виртуализации* 8
Васичев Д.А. *Программный комплекс для автоматизированного составления энергопаспортов* 13
Веселов Д.А. *Использование нейронных сетей в маркетинговых исследованиях* 17
Дяткинская М.А., Воротилов В.Е. *Управление потоками реактивной мощности электрической сети* 21
Иванов М.И. *Технологии виртуализации и их применение для обеспечения приватности и защиты информации* 26
Иванова Е.В. *Моделирование Web-приложений на основе сетей Петри* 31
Игнатьевский Д.В. *Создание программного комплекса прогнозирования потребности в профессиональных кадрах экономики и социальной сферы региона* 35
Измайлов И.А., Бахтенко Е.А. *Агенты системы и методы взаимодействия между ними* 40
Козин С.Ю. *Система мониторинга за подключением клиентов к защищенной сети* 44
Копейкина С.Е. *Компьютерная система поддержки принятия решений для процессов очистки* 47
Лобачев И.В., Мунцева Н.М., Березин И.М. *Моделирование бизнес-процессов сервисного центра* 52
Малафеев А.М. *Проектирование базы данных для хранения сетей Петри* 57
Мещеряков В.Е. *Компьютерное моделирование системы молниезащиты на объектах энергетики* 61
Мунцева Н.М., Шушков М.А., Лобачев И.В. *Программно-аппаратное обеспечение для формирования профессиональных компетенций в техническом вузе* 65
Тутынин М.А. *Анализ подходов к имитационному моделированию вычислительных сетей* 68
Улитин А.В. *Нейронные сети Петри* 73
Хрянин Е.Л. *Оптимизация образовательного процесса в вузе с использованием системы дистанционного обучения* 77
Шадрин Н.В. *Расчет грозовых перенапряжений в программе EMTP* 82

Шишигин Д.С. *Ускорение вычислений в задачах расчета заземлителей*.....87
Шушков М.А., Мунцева Н.М., Березин И.М. *Система управления манипулятором NOKIA PUMA-560*.....91

Секция «СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ И НА ТРАНСПОРТЕ»

Зубакин А.С., Яковлева А.В. *Газогенератор как направление альтернативной энергетики*.....94
Комаров И.П., Лебедева Е.А. *Проблемы оптимизации нагрузок на ролики на участке правки криволинейной машины непрерывного литья заготовок*.....99
Коровушкин В.Д. *Определение требуемого числа машиномест в центре средних городов*.....104

Секция «СТРОИТЕЛЬСТВО»

Баландина И.П., Цветкова Ю.В., Корякина С.А., Лапина К.Ф. *Испытание добавки для самоуплотняющегося бетона*.....108
Болдырев И.В., Кирова С.С., Мараховская А.С. *Зимнее бетонирование железобетонных опор в г.Вологде*.....112
Болдырев И.В., Комина Л.А., Киряткова А.В. *Конструктивное решение опалубки для бетонирования монолитных столбов в городе Вологде*.....117
Булычев А.Н. *Новый способ измерения прогибов балок и их мониторинг*..121
Бусыгин Н.С., Тихомиров А.О. *Оценка возможности использования композитной арматуры в пластбетонных конструкциях*.....126
Виноградов А.А. *Технико-экономическое обоснование технологии возведения стен по системе DURISOL*.....129
Волкова А.А., Кузьмина А.Л. *Исследование асфальтобетонов для покрытия тротуаров с использованием асфальтового гранулята и резиновой крошки, с целью утилизации отходов*.....134
Горева Н.В. *Расчет надежности простенка кирпичного здания при ограниченной информации о нагрузке*.....139
Гуслинский Р.А., Осолодкин А.А., Назмеева Т.В. *Проблемы использования просечного стального холодногнутого профиля в строительстве*.....145
Козырева Д.А., Мельников В.Н. *Применение ультразвуковой технологии при изготовлении асфальтобетонной смеси*.....151
Мазитова Н.В. *Материалоемкость железобетонных монолитных рам в малоэтажном строительстве*.....155

Огарева С.А. *Оценка несущей способности железобетонного элемента по прочности арматуры* 159
Самсонов А.С., Осолодкин А.А. *Изучение поведения холодногнутого стального Z-профиля* 162
Титова Н.Н. *Решения вопросов усиления балконов жилых зданий* 166
Угловский В.Н. *Анализ целесообразности увеличения толщины термооболочки зданий* 171
Шалагина И.Ю., Соловьева М.Ю. *Проектирование жилых зданий на основе ЛСТК* 177
Шашкова Л.Э. *О способе повышения звукоизоляции ограждений средней плотности* 182
Ширикова Е.А., Кузнецова К.А., Ракитина В.О. *Экспериментальное исследование изгибаемых деревянных балок с трещиной* 184

Секция «ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДОТВЕДЕНИЕ»

Букарев Д.А. *Определение динамической обменной емкости углеродного адсорбента (сульфоугля), полученного методом термохимической деструкции* 189
Глебова О.А. *Использование водопроводного осадка для очистки сточных вод* 191
Гринько А.В. *Модернизация технологии осветления воды для производственных целей химического предприятия* 195
Девочкин М.В. *Переработка очищенного стока в производстве аккумуляторной серной кислоты* 201
Иванова С.Г. *Обоснование необходимости доочистки высококонцентрированных сточных вод от биогенных элементов* 206
Кулаков А.А. *Очистные сооружения канализации малых населенных пунктов: проблемы и перспективы* 211
Павлова Н.А. *Мониторинг водных объектов, подверженных влиянию Ковдорского горно-обогатительного комбината* 215
Реутов Ю.В. *Энергосберегающие технологии в ЖКХ* 220
Соколова Е.В. *Оценка содержания фосфора в сточных водах малых населенных пунктов* 224
Терехова Е.М. *Исследование работы денитрификатора ОСК г. Вологды* 229
Чуранова Е.М. *Выбор технологических решений для модернизации малых очистных сооружений канализации* 234

Секция «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЗАЩИТА В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ»

Григорьева О.А. *Анализ практического выполнения мероприятий по жизнеобеспечению населения в зоне чрезвычайной ситуации на примере наводнения в городе Комсомольске-на-Амуре* 239
Дулепова А.А., Мельникова З.И. *Экологический аудит техногенных факторов городской среды обитания* 244
Засядьвовк Ю.Г. *Разработка технологических решений для снижения аварийности в системах коммунального водоснабжения на основе стабилизации воды в процессе водоподготовки* 248

Секция «ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ»

Ананьина Е.Л. *Задачи электромагнитной экологии на объектах энергетики* 252
Аверьянов А.В. *Исследование эффективности очистки летучих органических соединений в коронном разряде* 256
Апанасенко М.А. *Проблема загрязнения окружающей среды целлюлозно-бумажной промышленностью* 260
Воробьев В.Н. *Влияние числа семядолей на показатели роста сеянцев кедра* 266
Газиева Н.Б. *Анализ эксплуатации подземных вод на территории города Вологды* 269
Зайцева В.Л. *Оценка экологического состояния озера Ковжское по гидробиологическим характеристикам* 273
Иванов И.А. *Оценка уровней шума на территории г. Вологды* 277
Калашникова Е.В. *Фауна жужелиц (Coleoptera, Carabidae) Парка ветеранов г. Вологды* 281
Карпенкова О.Е. *Новая безреагентная и малозатратная технология обезжелезивания подземных вод* 285
Комарова А.С. *Структура базы данных по оценке условий нереста рыб* 288
Кротова М.А. *Мониторинг антропогенного загрязнения территории Вологодской области* 293
Лаптев С.В. *Водопроводная вода города Вологды как показатель эффективности ВОС* 297
Лукашенко Е.И., Орсичева Ю.А. *Экологическая проблема медицинских отходов* 300
Люгина И.П. *Медико-экологические аспекты здоровья населения Чагодощенского района* 304
Машихина Ю.В. *Общая оценка загрязненности вод реки Пельшмы* 308

Никитинская Е.С. *Загрязненность тяжелыми металлами дерново-подзолистых почв Вологодской области* 313
Пахолкова Т.Л. *Формирование газонных травостоев в условиях города Никольска Вологодской области* 316
Сверчкова А.Н. *Торфяной фонд Великоустюгского района и перспективы его использования* 322
Соколова М.А., Попова Е.А. *Оценка устойчивости экосистемы Белого озера* 326
Травкин Н.С. *Анализ первичной заболеваемости населения России и Вологодской области* 331
Травкина И.А. *Распространение клещевого вирусного энцефалита на территории России* 335
Трусова Л.Н. *Анализ экологических нормативов качества водных объектов Вологодской области* 339
Тюрикова Е.С. *Возможности применения новой технологии очистки воды от бора* 342
Улютичева А.Е., Угрюмова Е.В. *Современное состояние рыбного населения реки Вологды* 345
Шулятьева М.В. *Новая технология избирательной очистки подземных вод от вредных ингредиентов* 349
Щербина А.М. *Ионизационная установка для очистки вентиляционных выбросов органического происхождения* 354
Юрин М.Е., Лукашенко Е.И. *Исследование особенностей онкологической заболеваемости населения города Череповца* 358

ОФИЦИАЛЬНЫЙ СПОНСОР
ОАО «ВОЛОГОДСКИЙ ОПТИКО-МЕХАНИЧЕСКИЙ ЗАВОД»

ОАО «Вологодский оптико-механический завод» входит в число наиболее современных предприятий оборонно-промышленного комплекса России, специализируясь на производстве сложных оптико–механических, оптико–электронных и тепловизионных приборов военного и гражданского назначения, их модернизации и освоении новых изделий. В октябре 2013 года коллектив предприятия отметил своё 42-летние. За четыре десятилетия ОАО «ВОМЗ» занял прочные позиции, заслужил репутацию перспективного и надежного партнера как в России, так и за рубежом.

В настоящее время предприятие располагает разнообразной гаммой **технологических переделов и производств**: механическим, оптическим, микроэлектроники, сборочным, точного литья, гальваническим, лакокрасочным, печатных плат и электромонтажа, изготовления изделий из пластмасс.

Завод обладает контрольно-испытательной станцией, сертифицированной ЦНИИ Минобороны России, а также полигоном для контроля качества и надежности выпускаемых изделий. Получение международного сертификата ISO 9001:2008 на систему качества является официальным признанием конкурентоспособности продукции ОАО «ВОМЗ» на мировом рынке.

С 2009 года ОАО «Вологодский оптико-механический завод» входит в состав холдинговой компании **ОАО «Швабе»** (ранее НПК «Оптические системы и технологии»), организованное Госкорпорацией «Ростех».

С 2010 г. предприятие стало **центром компетенции по механообработке Холдинга**, в связи с чем началась масштабная модернизация механического производства. В настоящее время ВОМЗ поставляет продукцию центра механообработки для 25 крупных российских предприятий, таких как: ОАО «Лыткаринский завод оптического стекла», НИИ «Полюс», ПО «Уральский оптико-механический завод», ОАО «ЛОМО» и т.д.

В настоящее время ОАО «ВОМЗ» считается одним из лидеров на российском рынке оптических систем. Предприятие производит прицелы и блоки системы управления огнем для большинства объектов бронетанковой техники, выпускаемой ведущими российскими производителями (танков Т-90С, Т-80У, Т-72, БМП-2, БМП-3, БТР-80, МТ-ЛБМ) для нужд Российской армии и поставки на экспорт.

За последнее время география поставок продукции производства ОАО «ВОМЗ» значительно расширилась. Продукция спецназначения пользуется высокой популярностью у военных Индии, Алжира, Кипра. Системы управления огнем производства ОАО «ВОМЗ» «перешагнули» через океан и завоевывают рынок Латинской Америки (Венесуэла).Предприятие ежегодно демонстрирует свою продукцию на крупнейших международных выставках вооружения и военной техники, среди которых международная выставка в Индии «DEFEXPOINDIA» и французская «EUROSATORY». ОАО «ВОМЗ» активно сотрудничает с ведущими научно-исследовательскими институтами, конструкторскими бюро и производственными объединениями России, расширяет контакты в сфере лицензионного производства с зарубежными странами.

Контактная информация:
160009, г. Вологда, ул. Мальцева, 54
Тел. (8172) 21-15-01 (отдел кадров); (8172) 21-06-10; (8172) 21-58-15 (маркетинг)
Факс: (8172) 72-91-11
E-mail: kadry@vomz.ru; commerce@vomz.ru
Сайт: www.vomz.ru

ПОСТОЯННЫЙ ПАРТНЕР
БАНК СГБ

«БАНК СГБ» - БАНК, С КОТОРЫМ ТЕПЛО!

ОАО «БАНК СГБ» основан в 1994 году. До 2012 года ОАО «БАНК СГБ» носил фирменное наименование ОАО КБ «СЕВЕРГАЗБАНК». Решением Собрания акционеров в 2012 году ОАО КБ «СЕВЕРГАЗБАНК» переименован в ОАО «БАНК СГБ».

Подразделения БАНКА СГБ работают в Москве, Санкт-Петербурге, Архангельской, Вологодской, Новгородской, Ивановской, Ярославской областях, в Республике Коми, Красноярском крае. Головной офис расположен в г. Вологде.

Универсальность, открытость и доверительность в партнерских отношениях с клиентами, скорость расчетов, комфорт и благополучие каждого клиента – основополагающие принципы, в соответствии с которыми выстроены все аспекты работы БАНКА СГБ в Вологодской области, и в других регионах его присутствия.

Новое имя, БАНК СГБ, стало символом процессов обновления и развития, которые проводятся в банке. Открыты новые филиалы в Москве и Норильске. Крупнейшими стратегическими партнерами и клиентами Банка стали НПФ «Норильский Никель» и другие компании холдинга «Норильский Никель» - авиакомпания «Нордавиа», Архангельский морской порт и др.

БАНК СГБ становится ближе к клиентам. Оптимизированы процентные ставки по программам кредитования, вкладам, ипотеке, тарифы на различные услуги – платежи, денежные переводы и др. Ориентируясь на возможности различных групп населения в регионах присутствия, ОАО «БАНК СГБ» предлагает ряд специальных доступных кредитов для работников бюджетной сферы, сотрудников крупных предприятий и организаций, держателей зарплатных карт банка. Идет активный процесс внедрения ряда современных сервисов, таких как система дистанционного обслуживания клиентов «SGB-ONLINE».

ОАО «БАНК СГБ» и ВоГТУ являются многолетними партнерами. Студенты экономического факультета вуза имеют возможность на практике в Банке закрепить полученные знания. В настоящий момент в ОАО «БАНК СГБ» трудятся 150 выпускников «политеха», из них 20 - на руководящих постах.

Контактная информация:
Россия, 160001, г. Вологда, ул. Благовещенская, д. 3
Телефон справочной службы: 8-800-100-55-22
Телефоны: (8172) 573-600; 573-700. Факс: (8172) 573-701
Сайт: www.severgazbank.ru

Генеральная лицензия Банка России № 2816

БАНК «СЕВЕРНЫЙ КРЕДИТ» (ОАО)

Открытое акционерное общество коммерческий банк «Северный кредит» на основании решения внеочередного Общего собрания акционеров изменил местонахождение (юридический адрес) центрального офиса и стал располагаться в г. Вологде. Филиалы и подразделения Банка зарегистрированы на территории Вологодской области (г. Вологда, г.Череповец, г. Великий Устюг), Архангельской области (г.Архангельск, г.Северодвинск), Ярославской области (г. Ярославль), в г. Санкт-Петербурге и в Республике Коми (г.Ухта, г.Печора).

Деятельность Банка осуществляется в соответствии с лицензией ЦБ РФ № 2398. С декабря 2004 года Банк является участником системы обязательного страхования вкладов (регистрационный № 290).

Основными направлениями деятельности Банка являются банковские услуги для корпоративных клиентов, розничные банковские услуги, кредитно-инвестиционная деятельность. Приоритетным направлением деятельности Банка «Северный кредит» (ОАО) является работа с предприятиями малого и среднего бизнеса.

Контактная информация:
г. Вологда, ул. Герцена, д. 27 Телефон: (8172) 76-40-00. Факс: (8172) 76-40-90;
Сайт: www.sevcred.ru

Научное издание

Материалы
VII Ежегодной научной сессии
аспирантов и молодых ученых

Том I
Технические науки

Редактор Сажина Н.В.

Оригинал-макет подготовлен Першина О.С.

Подписано в печать 6.11.13.
Формат 60×90 1/16. Бумага офисная.
Печать офсетная. Усл.печ. л. 25,67.
Тираж 120 экз. Заказ №

Отпечатано: ИП Киселев А.В.
г. Вологда, Пошехонское шоссе, 18, корпус Н