

Тульский государственный университет  
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева  
Российское химическое общество им. Д.И. Менделеева  
Тульское отделение Российского химического общества им. Д.И. Менделеева  
ТООО Научно-технический центр  
ООО «ТУЛЬСКИЙ ДНТ»

## **ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ**

### **ДОКЛАДЫ XXVI МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

**15 декабря 2019 года**

***ПОСВЯЩАЕТСЯ***

*150-летию со дня открытия периодической таблицы Менделеева*

Тула  
«Иновационные технологии»  
2019

УДК 61  
УДК 658.5  
УДК 67

ББК 91.9

**Приоритетные направления развития науки и технологий:**  
доклады XXVI международной науч.-практич. конф.; под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Инновационные технологии, 2019. – 249 с.

Рассмотрены теоретические и прикладные вопросы развития инновационной деятельности, науки и технологий. Изложены аспекты современных энергосберегающих и ресурсосберегающих производственных технологий, рационального природопользования и экологии. Рассмотрены вопросы разработки информационных и образовательных технологий для решения научных и прикладных задач.

Материал предназначен для научных сотрудников, инженерно-технических работников, студентов и аспирантов, занимающихся широким кругом современных проблем развития науки и технологий.

#### **Редакционная коллегия**

Академик РАН С.М. Алдошин, Академик РАН В.П. Мешалкин, д.т.н., проф. В.М. Панарин, д.т.н. А.А. Маслова, д.м.н. проф. М.Э. Соколов, к.т.н. Е.И. Вакунин, к.т.н. А.Е. Коряков, В.М. Михайловский, А.П. Метелкин.

Техническая редакция Жукова Н.Н., Путилина Л.П.

ISBN 978-5-6042013-6-7

© Авторы докладов, 2019  
© Издательство «Инновационные технологии», 2019

# ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

## ВЫСОКОКРЕМНЕЗЕМИСТЫЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ПОКРЫТИЯ ШИРОКОГО СПЕКТРА НАЗНАЧЕНИЯ

Н.В. Рябинина, Г.И. Шайдурова, Я.С. Шевяков

Пермский национальный исследовательский политехнический университет,  
г. Пермь

*Аннотация.* В данной статье представлены исследования высококремнеземистых композиционных материалов расширенного спектра назначения в эксплуатации до 1000 °С.

Разработка и использование новых перспективных материалов в таких областях как машиностроение, металлургия, строительство является важным фактором в решении экономических проблем. Одним из таких материалов являются высококремнистые композитные материалы. Существующие отечественные материалы базируются на применении огнестойкости с использованием хлорсодержащих связующих с различными наполнителями, которые при воздействии высокотемпературного потока обладают сублимацией с разложением на низкомолекулярные токсичные продукты. Другой класс материалов содержит длиноволокнистый асбест или фосфоросодержащие смолы, которые имеют свои недостатки. Разработка высококремнистых композиций позволит решить проблему создания огнестойких конструкций с высокой степенью надёжности, обеспечивающих при толщине 5мм перепад температуры от 950°С до 250°С без выделения газообразных продуктов. Огнестойкость конструкции или покрытия зависит от толщины стенки из кремнеземистого материала.

Эксплуатация различных агрегатов и конструкций проблематична в условиях высокотемпературного воздействия открытого пламени, как при постоянном режиме работы, так и при чрезвычайных ситуациях. При стратегических задачах в материаловедении по импортозамещению актуальной является разработка рецептурных составов, не содержащих токсичных компонентов и обеспечивающих огнестойкость в условиях воздействия открытого пламени, ( $t \sim 900^\circ\text{C}$ ). Материал может также использоваться в качестве теплового экрана при термоизоляции машин и агрегатов.

В случае использования жидкого стекла в качестве связующего щелочного компонента в сочетании с кремнийсодержащими нанонаполнителями с включением рубленого стекловолокна определённой длины – можно получить огнестойкие материалы с низким уровнем теплопроводности. Эти материалы могут быть защитой для любых конструкций с огнестойкостью 240 минут и более, что крайне важно в случае аварийной ситуации на обитаемых объектах. Проведенные первичные испытания подтверждают эффективность использования высокотемпературных наполнителей с введением связующего на основе кремнийнатриевого жидкого стекла.

Одной из актуальных задач материаловедения в условиях поставленной Правительством РФ задачи по энергосбережению, является создание конструкционных энергоэффективных материалов, позволяющих:

- возводить однослойные конструкции наружных стен, полностью

соблюдая при этом нормы по энергоэффективности, обеспечивая заданную (не менее 50 лет) долговечность, сокращая стоимость строительства за счет сроков возведения здания и увеличения его полезной площади.

- за счет создания стойких химических композиций предотвращать газовыделение токсичных веществ, оказывающих вредное влияние на здоровье и безопасность людей, вплоть до летального исхода

- за счет создания точных геометрических форм и замковых соединений обеспечивать корректное строительство в холодное время года и экономить на внутренней отделке здания

- благодаря высокой прочности возводить здание с энергоэффективными несущими стенами

- при высокой несущей способности (в отличие от поризованной керамики) выполнять только декоративную (без функции утепления) отделку здания, а также обеспечивать комфорт проживания

- при высоких адгезионных свойствах в процессе производства работ интегрировать в стеновой материал на этапе производства различные декоративно-отделочные фасадные элементы, возводя здание сразу с наружной отделкой

- при низкой плотности материала, хорошей несущей способности, высоких теплотехнических характеристиках использовать вновь создаваемый материал в модульном домостроении.

В конечном итоге композитный продукт должен выпускаться как в виде строительных блоков, так и формироваться путём заливки в формы, обеспечивая возможность создания крупноблочных конструкций:

- должен иметь возможность нанесения в качестве теплоизолирующего слоя при производстве полипропиленовых (или иных с низким коэффициентом температурного расширения) труб для транзита горячей воды,

- использоваться в качестве состава для нанесения на существующие строительные конструкции в качестве их эффективной и долговечной пожарозащиты (несущие металлические конструкции, воздухопроводы и пр.)

- использоваться в качестве эффективного и долговечного заполнения противопожарных конструкций (двери, брандмауэрные перегородки и пр.).

- за счет противопожарных, теплоизолирующих и адгезивных свойств, при создании крупномодульных изделий допускать в качестве армирующего слоя стеклопластиковую арматуру, значительно снижая внес и стоимость конструкций

- материал должен иметь возможность тиражирования производства изделий (в том числе и за границу) при условии сохранения «ноу-хау» рецептурного состава и технологии приготовления комплектующих.

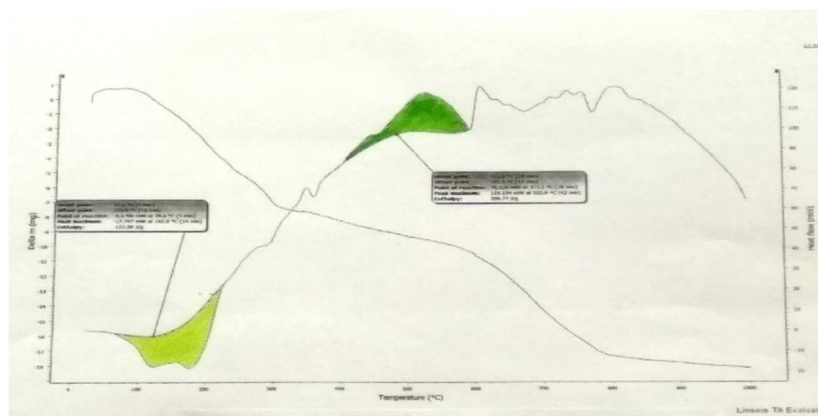
Задачей исследования была разработка рецептурных составов с использованием кремнийсодержащих компонентов, которые в совокупности могут обеспечить эндозффект. Композиция должна обладать следующими параметрами:

1. Плотность -  $800-870\text{кг}\backslash\text{м}^3$ ,

2. Влагопоглощение (при погружении в воду)  
в течение 24 часов – не более 0,5%,  
в течение 72 часов – не более 2,5%,
3. Предел огнестойкости – 45-240 минут (и более),
4. Класс горючести - н/г,
5. Твердость – 50 у.е.
6. Скорость деструкции – не более 0,0005 мм\с
7. Паропроницаемость – в соответствии с нормативами СНИП для промышленного и гражданского строительства.

Применение данного материала в сфере строительства в качестве штукатурного покрытия или в качестве материала ограждающей конструкции стены позволит выйти на новый уровень в решении задачи обеспечения энергоэффективности зданий и сооружений.

В процессе наработки пробных составов были проведены исследования методом дифференциально-сканирующей калориметрии с получением дериватограммы (рисунок). Анализ кривых дериватограммы показывает, что материал обладает отрицательной энтальпией с характеристическим диапазоном  $80\div 220$  °С и началом потерей массы при температуре 500 °С. Остаток образца превратился в стекло. Испытания образца материала в условиях воздействия скоростного газового потока (~50 м/с) выявило начало оплавления с минимальной потерей массы (~8%) и подтвердило эрозионную стойкость на уровне 0,0005 мм/с, что значительно превосходит ассортимент эрозионно-стойких термоизолирующих материалов.



Дериватограмма высококремнезёмистого теплоизоляционного материала

Таким образом, в результате первичных исследований, с наибольшей долей вероятности, появляется возможность разработки уникальных строительных жаростойких конструкций и термозащитных покрытий.

### Список литературы

1. Аскадский А.А. Физико-химия полимерных материалов и методы их исследования / А.А. Аскадский, М.Н. Попов, В.И. Кондращенко - М.: Издательский дом АСВ, 2015. - С. 105-120.
2. Свидетельство об авторстве №697429, МКЛ. S04B 7/14, 18.11.79.

3. Патент RU 2296724 C04B 7/153 Биндеры (варианты).
4. Патент RU 2245861 РФ, МПК C04B28/26. Жидкостекольная композиция / Ю.Г. Иващенко, Р.В. Фомин №2002130689/03; заявл. 15.11.2002; опубл. 10.02.2005 // Бюл.2005. №4.
5. Ходаков Г.С. О механизме упрочнения мелкозернистого известково-песчаного вяжущего без гидротермической обработки / Г.С. Ходаков - М.: Государственное издательство литературы по строительным материалам, 1957. - С.3-5.
6. Клименко Н.Н. Строительный материал на основе жидкого стекла и процессы его упрочнения // Мир технологий и технологий / Н.Н. Клименко, Н.Ю. Михайленко. - 2012. - № 7. - С. 60-63.
7. Михайленко Н.Ю. Оптимизация технологических параметров синтеза высоко кремнезем истых жидкостекольных композитов строительного назначения // Стекло и керамика / Н.Ю. Михайленко, Н.Н. Клименко. - 2013. - №5. - С. 11-17.
8. Клименко Н.Н. Высокремнеземистый композиционный материал строительного назначения на жидкостекольном связующем // Композиционные материалы в промышленности. Сборник докладов / Н.Н. Клименко, Н.Ю. Михайленко. - 2014. - С. 250-252.
9. Соколов И.И. Сферопластики на основе термореактивных связующих для изделий авиационной техники / И.И. Соколов. - М.: Автореферат. - 2013.
10. Голубев Н.В. Типичные диаграммы состояния трехкомпонентных систем: учебное пособие / Н.В. Голубев, Е.С. Игнатьева, С.В. Курсанова [и др.]. – М., РГТУ им. Д.И. Менделеев, 2017. - 72 с.

## SOLIDIA CEMENT

А.Р. Богат, А.А. Колчева, А.М. Проценко

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,  
г. Белгород

***Аннотация.** В данной статье рассматриваются экологичность *solidia cement* по сравнению с портландцементом. Так как при производстве цемента очень много выбросов идет в атмосферу, что тем самым загрязняет ее. *Solidia cement* в скором будущем поможет сократить нам выбросы углекислого газа и так же поможет снизить расход топлива, которое требуется для его производства.*

***Ключевые слова:** *solidia cement*, углекислый газ, портландцемент.*

Вопрос экологии один из важнейших вопросов в наше время. Ученые по всему миру разрабатывают новые технологии борьбы с выбросами газов в атмосферу, мусора и множества различных бытовых отходов. Цементная промышленность оказывает непосредственное влияние на окружающую среду. Огромное количество пыли, газов выбрасывается в атмосферу при производстве цемента.

На сегодняшний день выбросы углекислого газа в цементной промышлен-

ности составляют до 7 % от общего объема выбросов. Большое выделение углекислого газа связано с химической реакцией «декарбонизацией» так как при 1000 градусов происходит разложение карбоната кальция на углекислый газ и воду, сжигание топлива для нагрева печи и производство электроэнергии, необходимой для работы мельниц и материалов. При производстве тонны цемента выделяется минимум полтонны CO<sub>2</sub>. Такие крупные фирмы как HolcimLafarge и Solidia Technologies разрабатывают новый вид цемента «зеленый цемент», который поможет сократить выбросы углекислого газа в атмосферу [1].

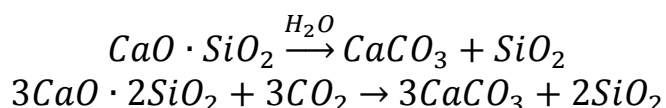
Solidia Technologies – это компания, которая занимается разработкой чистых экологических цементов и бетонов, предлагающая запатентованные решения, которые позволяют снизить выбросы углекислого газа в атмосферу. Данная технология позволит снизить до 30 % выбросов CO<sub>2</sub>. [3]

Технология приготовления данного цемент можно производить во вращающихся цементных печах при температуре 1200 градусов, что заметно скажется на снижении энергопотреблении и топлива. Так же этот цемент основывается на другой химической реакции, благодаря которой, будет производиться меньше CO<sub>2</sub>. Прочность данного цемента будет набираться за 24 часа, в отличие от портландцемента, который набирает прочность за 28 дней.

Сырье для приготовления Solidia cement такое же как и для портландцемента, за исключением того, что Solidia cement не нужны добавки как, например, боксит, который нужен для повешения значения глинозема. Это так же снизит себестоимость цемента.

При производстве портландцемента необходимо, чтобы фазовый состав составлял: алит около 60 %, белит 14 %, трехкальциевого силиката 8 %, 4-х кальциевого алюмоферрита 14 % и прочих фаз до 4 % [2]. Фазовый состав solidia cement отличается от состава портландцемента, он состоит из псевдоволластанита/волластонита CaO\*SiO<sub>2</sub> и ранкинита 3CaO\*2SiO<sub>2</sub>. Смесь состоит из 50 % известняка.

Компоненты цемента Solidia с низким содержанием CaO, CS и C<sub>3</sub>S<sub>2</sub> не гидратируют при воздействии с водой во время простого смешивания. Solidia cement будет гидротировать только при одновременном смешивании с водой и насыщением углекислым газом. Он будет твердеть в экзотермической реакции, где оксид кальция будет вступать в реакцию с углекислым газом [5].



Данные химические реакции требуют очень больших объемов углекислого газа, что приведет к повторному его использованию.

Вывод: Solidia cement выгоден с экономической точки так как снижает расход на топливо и электроэнергию, не требует дополнительных затрат на минеральные добавки, что снизит себестоимость продукта и так же сократит выбросы углекислого газа в атмосферу

## Список литературы

1. Журнал «Биологические науки» [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologiya-proizvodstva-tsementa/viewer>
2. Тейлор Х.В. Химия цемента / Х.В. Тейлор. - М.: Мир, 1996. – 560 с.
3. SOLIDIA: Компания по производству бетона и цемента: сайт. – URL: <https://www.solidiatech.com/solutions.html> (дата обращения: 01.12.2019). – Текст: электронный. Электронный ресурс
4. Патуроев В.В. Полимербетоны / В.В. Патуроев. - М.: Стройиздат, - 1987. - 286 с.
5. SOLIDIA TECHNOLOGIES: Компания по производству бетона и цемента: сайт. – URL: <https://www.solidiatech.com/solutions.html> (дата обращения: 01.12.2019). – Текст: электронный. Электронный ресурс

## МИНИМИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ НЕГАТИВНОГО ВЛИЯНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

С.С. Синельников, Н.Н. Афанасьева  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Описывается минимизация образования отходов как способ сокращения образования отходов, образующихся в процессе деятельности предприятий и жизни человека. Предлагаемые способы будут способствовать снижению негативного влияния на окружающую среду путем уменьшения объема образующихся отходов.

Одним из наиболее экологически рациональных и экономически эффективных способов решения проблемы обращения с отходами является их минимизация, которая представляет собой сокращение или полное прекращение образования отходов в источнике или технологическом процессе. Менеджеры рассматривают минимизацию отходов как основное направление для большинства стратегий управления отходами. Правильная обработка и удаление отходов могут потребовать значительного количества времени и ресурсов, следовательно, преимущества при их минимизации могут быть значительными, если данный процесс будет осуществляться эффективным и безопасным способом.

Традиционное управление отходами фокусируется на переработке отходов после их создания, в большей степени концентрируясь на преобразовании отходов в энергию. Минимизация отходов включает в себя усилия по предотвращению образования отходов непосредственно в процессе производства. Чтобы эффективно осуществить минимизацию отходов, специалисту требуются знания производственного процесса, проведение анализа от добычи ресурсов до конечного продукта (отслеживание материалов от их извлечения до их возвращения на землю) и подробные сведения о составе отходов.



Минимизация отходов может защитить окружающую среду и часто оказывается положительной экономической выгодой. Минимизация отходов может улучшить:

- эффективные производственные практики. Минимизация отходов позволяет достичь большего выхода продукта на единицу сырья;
- экономическую отдачу. Более эффективное использование продуктов означает снижение затрат на приобретение новых материалов, что улучшает финансовые показатели компании;
- публичный имидж. Экологический профиль компании является важной частью ее общей репутации, а минимизация отходов отражает активное движение в направлении защиты окружающей среды;
- качество выпускаемой продукции. Новые инновационные и технологические методы могут уменьшить образование отходов и улучшить качество материалов на этапе производства;
- экологическую ответственность. Минимизация или устранение образования отходов облегчает достижение целей экологических норм, политики и стандартов. Воздействие отходов на окружающую среду будет снижено.

Усилия по минимизации отходов часто требуют вложений средств, которые обычно компенсируются экономией. В промышленности использование более эффективных производственных процессов и более качественных материалов обычно уменьшает образование отходов. Применение методов минимизации отходов привело к разработке инновационных и коммерчески успешных продуктов-заменителей, которые наносят меньший вред среде при одинаковом использовании. К примеру, в нефтепереработке – это каменный уголь или природный газ как конкуренты топочному мазуту, а также расширение производства синтетических масел взамен масел из нефти. В пищевой промышленности примерами таких продуктов являются чай и кофе, мясо индейки и мясо курицы, масло и маргарин.

Другим направлением может служить обмен отходами между разными процессами, который представляет собой еще один способ сокращения объемов утилизируемых отходов. В этом случае отходы одного процесса становятся сырьем для второго. Например, отходы металлического лома могут быть сразу же возвращены в начало производственной линии, чтобы они не стали ненужным продуктом. Другие отрасли промышленности также стараются поступать подобным образом, например, бумажные фабрики возвращают любые поврежденные рулоны в начало производственной линии, а при изготовлении изделий из пластмассы отходы и лом повторно включаются в новые продукты. Вместе с этим, улучшая контроль качества и мониторинг процесса производства, можно предпринять шаги, при которых количество бракованных единиц продукции будет сведено к минимуму. Это достигается за счет увеличения частоты проверок и количества пунктов проверки. Например, установка автоматизированного оборудования для непрерывного мониторинга может помочь выявить производственные проблемы на ранней стадии.

Минимизация отходов актуальна не только в промышленности, но и в повседневной жизни каждого человека. Процессы жизнедеятельности напрямую связаны с образованием отходов, образующихся в результате многочисленных потребностей человека.

В быту должны выбираться соответствующие количества и размеры при покупке товаров. Например, покупка большой тары с краской для небольших работ по декорированию или покупка большего количества продуктов, чем можно потреблять, создают ненужные отходы. Кроме того, если нужно выбросить упаковку или банку, все оставшееся содержимое должно быть удалено, прежде чем контейнер можно будет утилизировать. Компостирование кухонных и садовых отходов также можно считать их минимизацией.

Ресурсы, которые используют домашние хозяйства, могут быть значительно сокращены путем вдумчивого использования электричества (например, выключения света и оборудования, когда оно не нужно) и сокращения количества совершаемых поездок на автомобиле. Люди могут уменьшить количество отходов, которые они создают, покупая меньше товаров или покупая такие, которые служат дольше. Починка сломанных или изношенных предметов одежды или оборудования также способствует минимизации бытовых отходов. Люди могут минимизировать потребление воды, ходить или ездить на велосипеде к месту назначения, а не использовать свой автомобиль.

В домашних условиях потенциал минимизации часто продиктован образом жизни. Некоторые люди могут посчитать расточительным покупку новых продуктов исключительно для того, чтобы следовать модным тенденциям, когда старые продукты еще пригодны для использования. У взрослых, работающих полный рабочий день, мало свободного времени, поэтому им, возможно, придется покупать более удобные продукты, которые не требуют особого приготовления, или предпочесть одноразовые подгузники, если в семье есть ребенок.

Количество отходов, производимых отдельным лицом, составляет небольшую часть всех отходов, производимых обществом, и сокращение личных отходов может оказать лишь небольшое влияние на их общий объем. Тем не менее, повышение осведомленности потребителей о влиянии производимых ими отходов на компоненты окружающей природной среды должно помочь постепенно переломить ситуацию по общему потреблению ресурсов.

Подводя итоги, следует отметить, что минимизация образования отходов является очень важной деятельностью для сохранения окружающей среды. Минимизация образования отходов на предприятиях после правильной разработки мероприятий по снижению их образованию будет способствовать уменьшению требуемых для производства ресурсов. Как и каждый человек, снижая количества мусора в своем доме, будет вносить свой вклад в сохранение окружающей его природной среды.

### **Список литературы**

*1. Багрянцев Г.И. Термическое обезвреживание и переработка промышленных и бытовых отходов // Муниципальные и промышленные отходы:*

*способы обезвреживания и вторичной переработки – аналитические обзоры / Г.И. Багрянцев, В.Е. Черников. - Новосибирск, 1995, серия Экология.*

2. *Андрюшкина М.В. Утилизация промышленных и бытовых отходов / М.В. Андрюшкина, А.В. Аверкиева, Н.Т. Егорова, Т.А. Николаева, Е.Н. Федотова. – Чебоксары, 2013.*

3. *Артамонов В.С. Ресурсосберегающие технологии переработки твердых отходов / В.С. Артамонов, Г.К. Ивахнюк. - Санкт-Петербург, 2008.*

## **ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ**

### **ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛУГОВ ДОЛИНЫ СРЕДНЕЙ ЛЕНЫ**

Л.В. Мартынова

Институт биологических проблем криолитозоны,  
г. Якутск

***Аннотация.** Накоплению и возобновлению органических веществ способствуют кормовые угодья. Продукция растительного вещества на остепненных травостоях долины средней Лены 808 и 1040 г/кв.м. в природных травостоях, 2471 залежи без посева трав и 4198 г/кв.м. - увеличивается на сеяном бобово-злаковом травостое.*

Характеристика запаса надземной и подземной фитомассы дают представление о количестве растительного вещества, раскрывают пути приспособления различных экосистем к изменяющимся факторам воздействия. Характер поступления в почву органических остатков обязан отмирающим в толще почвы корешкам травянистой растительности. Корни растений с надземным опадом, являются первичным источником органического вещества в почве. Накопление составляет до 10-14 т/га у многолетней целинной или залежной и культурной травяной растительности (Тюрин, 1966). Итак, сохранению и накоплению органических веществ в биосфере способствуют кормовые экосистемы (Трофимова, Кулаков, 2012; Трофимова, 2016).

В почве остатки в виде корней, корневищ, узлов кущения, образуют запас органического вещества. Вся эта масса живет в течение 1-2-3 лет и затем отмирает, но также непрерывно пополняется. Так как каждый новый побег образует свою корневую систему (Смелов, 1966). В лесной зоне и северной лесостепи, где на суходольных лугах преобладают малогумусные почвы, накопление подземной массы за 14 лет пользования пастбищем 14-21 т/га СВ, при заповедовании 47 т/га в 3,3-4,2 раза превышает урожайность надземной массы (Кутузова, 2014).

Полученные данные по структуре и продукции растительного вещества на остепненных: природных травостоях долины средней Лены, травостое 11-летней залежи, перелога после пожара и сеяного травостоя отражают основные закономерности роста и развития травянистых растений в условиях криолитозоны. У луговых растений корневая система имеет разветвленную неглубокую корневую

систему до 100-200 см, которая способна сохранить при низких температурах влагопоглощающую способность. Развитая мощная корневая система кормовой травянистой растительности способствуют преобладанию подземного растительного вещества. Как известно, количество мортмассы зависит от количества поступающего опада и скорости минерализации мортмассы (Данилова, 2018). Чем выше суммарный прирост надземной и подземной массы, чем меньше вынос и ниже скорость минерализации, чем больше накапливается мортмассы. Степные сообщества формируются на безлесных склонах коренных берегов, где происходит быстрое и глубокое оттаивание грунта весной и ранним летом, в результате чего, во время вегетации устанавливается постоянный дефицит влаги в почве. Продукция реликтовой разнотравно-ковыльной степи Центральной Якутии 2450 г/кв.м в год и на долю подземной продукции приходится 96 % растительного вещества (Щелчкова М.В, Захарова В.И., Боескоров Г.Г., 2016).

Так в условиях луговой степи естественная растительность целинных участков в основном представлена мочковатой корневой системой. Эти злаки формируют зоны кущения, которые образуют в подземной части сложную корневую систему, хорошо связывающую верхний слой почвы. Данные условия способствуют формированию сложных растительных группировок луговых степей, в котором сосредоточен основной запас подземного растительного вещества. В исследуемой луговой степи среднетаежной подзоны Якутии характерными представителями растительности являются вострец ложнопырейный (*Leymus chinensis* (Nrin). Tzvel.) и остролодочник шишковидный (*Oxytropis strobilacea* Bunge). В период летнего развития растительности в составе травостоя появляются эспарцет песчаный (*Onobrychis arenaria* (Kit.) DC.) и полынь замещающая (*Artemisia commutata*.) Затем увеличивается вегетативное возобновление востреца ложнопырейного и ветреницы лесной (*Anemone sylvestris*), при этом снижается в составе травостоя доля участия мятлика кистевидного (*Poa botryoides*). По биологическому спектру растительность опытной площадки была представлена в основном лесостепными видами. Из типично степных видов встречался только *Artemisia commutate* Bess.

Послепожарные травостои. Также наблюдалось обилие мятлика кистевидного до 27,6 % и остролодочника шишковидного до 16,7 %. Осенью интенсивный рост наблюдался у мятлика кистевидного до 44,3-62,7 % и востреца ложнопырейного до 19,3-26,9 %. Полный прирост надземной фитомассы в остепенном лугу и после пожара за вегетационный период 92 и 244 г/кв.м. Чем выше суммарный прирост надземной и подземной массы, чем меньше вынос и ниже скорость минерализации, чем больше накапливается мортмассы. Прирост: корней в природном остепенном лугу 5,1 раз выше надземной массы 92 г/кв.м и составляет – 467 г/кв.м. за сезон, убыль корней 79 % (368 г).

В ботаническом составе бобово-злакового агрофитоценоза из районированных сортов трав наиболее оптимальной и эффективной по комплексу показателей (по биопродуктивности, урожайности и питательности сенокосного корма) для восстановления заброшенных пашен является четырехкомпонентная травосмесь, состоящая из пырейника изменчивого сорта

Ленский, костреца безостого сорта Хаптагайский, ломкоколосника ситникового сорта Манчаары и люцерны сорта Якутская желтая, выдержавшая 11-летний сенокосный режим использования. Пырейника изменчивого (нормой высева 10 кг/га)+ костреца безостого (10)+ ломкоколосника ситникового (6) +люцерны желтой (5 кг/га). В год проведения учетов на 11-й год сенокосного пользования основу травостоя составляли сеяные виды: люцерна серповидная (32,0 % СВ), кострец безостый (35,2 %), ломкоколосник ситниковый (16,9 %). Среди дикорастущих злаков отмечалось внедрение мятлика трансбайкальского до 14,0 % СВ. Доля разнотравья в травостое бобово-злакового фитоценоза составила лишь 4,9 % СВ. и бобово-злаковой травосмеси 552 г/кв.м. Сеяном травостое прирост подземной массы преобладает прирост надземной массы 5,5 раз (3046 г/кв.м. и прирост надземной массы 552 г/кв.м.).

Потоки органического вещества: надземная фитомасса, корни, ветошь, подстилка и убыль этих веществ в течение вегетационного периода в г/кв.м.

Травостой	Полный прирост фитомассы (надземная часть+корни в слое 0-30 см) ΔФ	Прирост корней в слое 0-30 см ΔК	Убыль корней в слое 0-30 см за счет разложения ΔК <sup>Р</sup>	Прирост надземной фитомассы ΔН	Приход ветоши ΔВ	Приход подстилки ΔП	Убыль подстилки за счет разложения ΔП <sup>Р</sup>
Остепненный 2012-13 гг.	808,0	467,2	368,0	92,0	74,4	174,4	100,4
Послепожарный 2015 г.	1040,4	633,6	492,8	244,4	85,6	76,8	25,2
Бобово-злаковая 2014-15 гг.	4198,0	3046,4	1049,6	552,0	48,4	275,6	192,4
Залежи 11-летней 2014-15 гг.	2471,2	2014,4	2236,8	312,0	55,6	89,2	102,4

На надпойменной залежи, находящейся в равновесном состоянии с постоянной пырейно-вострецово-ассоциацией (*Eltrigia repensis-Leymetum chinensis* Gogoleva et. al., 1987) с внедрением случайно залежных растений. За 11 лет залежи формировался травостой с доминированием в составе сухостепной растительности мятлика трансбайкальского (*Poa transbaicalica* Roshev.), якобеи обыкновенной (*Jacobeia vulgaris* Gaertn.), с участием растительности залежи востреца ложнопырейного и пырея ползучего (*Elytrigia repens* (L.) Nevski). При этом общее проективное покрытие злаковыми видами достигало 65-87 % выход биомассы составил от 1,1 до 1,2 т/га сена. Основу травостоя залежи составлял вострец ложнопырейный до 62 % и пырей ползучий до 23 %. При этом содержание разнотравья достигало 12,3 %. На переведенной в залежное состояние фитоценозе прирост надземной фитомассы 312 г/ 1 кв. м. Преобладает прирост корней над приростом надземной массы залежи 6,5 раз, убыль корней (2014 грамм) или 90 % от количества прироста суммарной органической массы травостоя залежи 2471 г/кв.м.

Определение запаса надземной массы проводили в 5 кратной повторности методом укосов, в площадках размером 0,25 кв.м. Определение запаса ветоши (отмершие части растения), подстилки (неразложившиеся и полуразложившиеся части растений, лежащие на почве), проводили в 5-кратной повторности. Запасы органического вещества, накопленные к моменту учета, выражаются в массе воздушно-сухого вещества. Принимая за основу методику Титляновой, 1971 г., Кутузовой, 2007 для определения массы подземных органов монолиты брали в 5-кратной повторности, в площадках размером 0,0625 кв.м. Почвенные монолиты отмывали по слоям 0-10, 10-20 и 20-25 (30) см на ситах диаметром 0,25 мм и отделяли подземные части растений. В отмытой массе определяли массу корней, полуразложившиеся остатки органической массы. Динамика растительного вещества остепненных лугов различна.

Полный прирост надземной фитомассы в остепненном лугу и после пожара достигается за вегетационный период 92 и 244 г/кв.м., бобово-злаковой травосмеси 552 г/кв.м, у залежи 312 г на 1 кв.м. В послепожарном травостое приход подстилки меньше прихода ветоши за тот же период, количество разложившегося в течение летнего сезона подстилки меньше количества ветоши, перешедшей в подстилку, разница составляет 29 %. Количество органического вещества разлагающегося на поверхности почвы в течение года, наиболее интенсивно разлагается в ранневесенний период и осенью, в теплый и дождливый период.

Общий запас растительного вещества составляет 467 г/кв.м. с учетом живых и мертвых органов подземной части травостоя, послепожарном травостое увеличивается до 634 г/кв.м. Залежи и сеяном бобово-злаковом травостое прирост корней 4,3 и 4,8 раз превышает продуктивность природных лугов (без обработки почвы). Убыль корней природном травостое 78 %. Сеяном бобово-злаковом травостое накопление органического вещества в почве 66 % от общей массы прироста корней 3046 г/кв.м.

### Список литературы

1. Изучение биологического круговорота в биогеоценозе. Методическое руководство, АН СССР. Сибирское отделение института почвоведения и агрохимии. - Новосибирск, 1971. - 27с.
2. Методическое руководство по оценке потоков энергии в луговых агроэкосистемах. РАСХН. ВНИИ кормов имени В.Р. Вильямса, М., 2007. - 39 с.
3. Трофимова Л.С. Агрolandшафтно-экологическое районирование Юга Центрального Федерального округа. Адаптивное кормопроизводство, 2016. - №2. - С. 62-70.
4. Трофимова Л.С., Кулаков В.А. Управление травяными экосистемами из многолетних трав. Вестник РАСХН, 2012. - №4. - С. 67-69.
5. Данилова А.А. Минерализационные процессы в криоридных почвах Центральной Якутии. Агрохимия, 2018. - №8. - С.3-11.
6. Щелчкова М.В., Захарова В.И., Боескоров Г.Г. Чистая первичная продукция реликтовой разнотравно-ковыльной степи Центральной Якутии. Успехи современной науки и образования. - 2016. - №12. – Т. 7. - С. 174-177.

# ОБ ОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ОБЪЕКТОВ РАЗМЕЩЕНИЯ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ С ЦЕЛЬЮ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ БЫСТРОРАСТУЩЕЙ ДРЕВЕСИНЫ

В.С. Сюнёв, А.М. Борматенков  
Петрозаводский государственный университет,  
г. Петрозаводск

*Аннотация.* В данной статье рассмотрена проблема рекультивации объектов размещения твердых коммунальных отходов. В качестве решения данной проблемы предлагается идея создания технологии изготовления питательного качественного субстрата, где основными компонентами будут отходы лесопромышленного комплекса (кора и опилки) и отходы коммунальных очистных сооружений (осадок сточных вод) с целью создания на рекультивируемых объектах плантаций для возделывания быстрорастущей древесины.

Согласно официальным статистическим данным на территории Российской Федерации насчитывается порядка 15 тысяч официальных объектов размещения твердых коммунальных отходов (ТКО) [1]. Количество же неофициальных свалок не подлежит точному подсчету. Общая площадь объектов размещения ТКО составляет 4 миллиона гектар, ежегодно общая площадь свалок увеличивается на 40 тысяч гектар [1]. Большинство объектов размещения не соответствуют требованиям и нормам безопасности, несут угрозу для экологии, располагаются вблизи растущих городов, чем несут вред для здоровья граждан [2].

С целью рекультивации объектов размещения ТКО учеными был предложен ряд мероприятий по превращению мест хранения отходов в зеленые зоны [3,4]. Для чего территории объектов размещения ТКО предлагалось уплотнять и покрывать песком, землей и дерном с возделыванием травяного покрова. Эти территории предлагалось использовать в качестве рекреационных объектов.

Нами на основе анализа структуры и количества отходов, образующихся на предприятиях лесопромышленного комплекса (ЛПК) и отходов коммунальных очистных сооружений (КОС) муниципальных образований Северо-Запада Российской Федерации, предложена методика рекультивации объектов размещения ТКО с использованием иных отходов, в первую очередь отходов ЛПК и отходов КОС, а именно осадка сточных вод (ОСВ).

На месте рекультивируемых объектов ТКО планируется организации плантации быстрорастущей древесины с целью дальнейшего получения из выращенной древесины топливной щепы для муниципальных тепловых котельных.

С целью решения данной задачи нами было предложено технология производства питательного качественного субстрата, где основными компонентами являются отходы ЛПК и ОСВ.

Получаемый субстрат предлагается размещать на месте ликвидируемых объектов размещения ТКО, после их уплотнения и поверхностного укрытия

специальным геоматериалом [6].

На полученной таким образом территории предлагается высаживание быстрорастущих пород деревьев: ивы, тополя [7,8]. При этом посадка саженцев осуществляется полностью механизированным методом с применением специальных машин.

По прошествии пятилетнего срока предлагается механизированным способом срезать выращенную древесину с использованием модульных валочно-пакетирующих и рубительных машин. Полученная в ходе вырубki древесная щепа высушивается и используется для сжигания в специальных котельных.

Таким образом, проблема рекультивации объектов размещения ТКО может быть решена за счет рационального использования как других видов отходов (отходы ЛПК и ОСВ). При этом может быть получен альтернативный вид топлива, который успешно сегодня используется в отопительных муниципальных котельных в ряде скандинавских стран [9].

### Список литературы

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 г.» [Электронный ресурс]. – Режим доступа [http://www.mnr.gov.ru/upload/iblock/b27/gosdoklad\\_2015.pdf](http://www.mnr.gov.ru/upload/iblock/b27/gosdoklad_2015.pdf)

2. Охрана окружающей среды в России, 2018 г. [Электронный ресурс]: стат. сб. / Федеральная служба государственной статистики (Росстат). – Режим доступ: [http://www.gks.ru/bgd/regl/b14\\_54/Main.htm](http://www.gks.ru/bgd/regl/b14_54/Main.htm)

3. Луцевич А.А. Воздействие твердых бытовых отходов на окружающую среду урбанизированных территорий г. Брянска [Текст]: монография / А.А. Луцевич. – Брянск, 2010. – 131 с.

4. Куприенко П.С. Рекультивация закрытых полигонов ТБО [Текст]: статья / П.С. Куприенко, профессор, Т.В. Ашихмина, Т.В. Овчинникова, М.И. Пинчук. - Воронеж 2016. - 142 с.

5. Кузнецов А.П. Проблемы использования отходов производства и потребления в современных условиях [Электронный ресурс] / А.П. Кузнецов // Вопросы территориального развития. – 2014. – No 5. – Режим доступа: <http://vtr.vscs.ac.ru/article/1409>

6. Максимова С.В. Экологические основы освоения территорий закрытых свалок и полигонов захоронения твердых бытовых отходов // disserCat – научная электронная библиотека [www.dissercat.com/content/ekologicheskie-osnovy-osvoeniya-territorii-zakrytykh-svalok-i-poligonov-zakhoroneniyatverdy#ixzz4a4e2hvpI](http://www.dissercat.com/content/ekologicheskie-osnovy-osvoeniya-territorii-zakrytykh-svalok-i-poligonov-zakhoroneniyatverdy#ixzz4a4e2hvpI).

7. Колюжина Е.А., Самарская Н.С. Экологические особенности воздействия полигонов твердых отходов на состояние окружающей среды и в районах их расположения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskie-osobennosti-vozdeystviya-poligonov-tverdyh-bytovyh-othodov-na-sostoyanie-okruzhayuschey-sredy-i-v-rayonah-ih-raspolozheniya> (дата обращения 07.05.2017).



8. Цыпук А.М. Комплексная технология рубки и восстановления леса. Ч1 [Текст] / А.М. Цыпук, А.В. Родионов. - Петрозаводск: ПетрГУ, 2014. – 43с.

9. Сюнёв В.С. Энергетическое использование древесной биомассы: заготовка, транспортировка, переработка и сжигание: учебное пособие для студентов высш. учебных заведений / Петрозав. гос. ун-т; [авт.-сост. В.С. Сюнёв [и др.]]. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2014. – 123 с.

## **ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО МЕТОДА ВОССТАНОВЛЕНИЯ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ**

Н.С. Шулаев, В.В. Пряничникова, Р.Р. Кадыров,  
Н.А. Быковский, Р.М. Даминева  
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»,  
г. Стерлитамак

*Аннотация.* Описываются особенности проведения электрохимической очистки нефтезагрязненных грунтов, позволяющей минимизировать негативное воздействие на окружающую среду при относительно низких энергозатратах. В статье приводятся результаты расчета параметров установки по очистке нефтезагрязненных грунтов.

Методы электрохимической обработки применяются для обессоливания почв, а также удаления из них различных загрязняющих веществ, например, фенолов, нефтепродуктов, тяжелых металлов. Снижение количества нефтяных углеводородов происходит за счет комплекса физико-химических процессов, происходящих при пропускании электрического тока. Уменьшение негативного воздействия на окружающую среду и энергозатрат обеспечивается оптимальным подбором параметров процесса.

Размещение положительно и отрицательно заряженных электродов параллельными батареями, соединенными отдельными шинами позволяет уменьшать суммарное сопротивление между электродами за счет создания в межэлектродном пространстве электрического поля, близкого к однородному.

Плотность электрического тока в пространстве между электродами в данном случае будет определяться соотношением:

$$j = \frac{U}{\rho r \ln \frac{L}{R}}, \quad (1)$$

где  $U$  – величина напряжения между электродами;

$\rho$  – удельное сопротивление грунта;

$L$  – расстояние между электродами;

$R$  – радиус электрода;

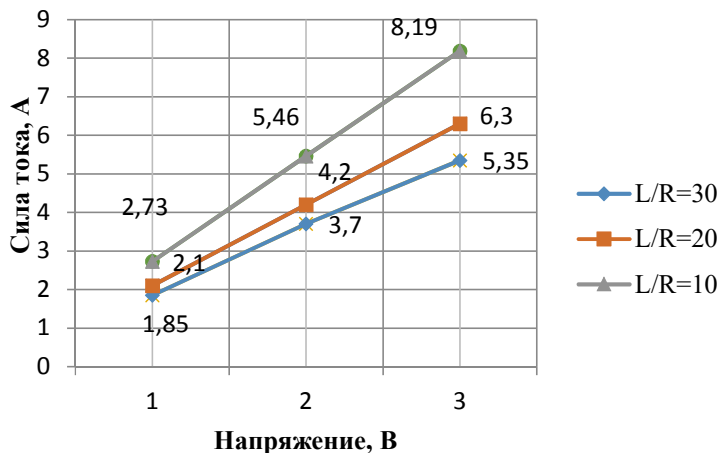
$r$  – расстояние от анода.

При заданном напряжении между электродами сила тока с увеличением расстояния между электродами уменьшается, а с увеличением глубины погружения – увеличивается.

Был проведен анализ вольт-амперных характеристик грунта при

различном расстоянии между электродами (рисунок).

Следует учитывать, что удельное сопротивление грунтов зависит от степени загрязнения, влажности и типа почв. В реальных условиях оно может значительно меняться не только в зависимости от времени года, но и от погодных условий (например, обилия осадков, температуры и влажности атмосферного воздуха, интенсивности процессов испарения и т.д.).



Зависимость тока анода от напряжения при различном расстоянии между электродами

Мониторинг удельного сопротивления нефтезагрязненного грунта при электрохимической очистке в течение длительного периода времени является необходимым для управления процессом очистки. В проведенных экспериментальных исследованиях для почв с влажностью около 40 %, содержащих более 1000 мг нефтепродуктов на килограмм грунта данная величина изменялась от 0,93 Ом·м для песчаного грунта до 1,069 Ом·м для чернозема.

Потребление энергии в зависимости от времени обработки составит

$$W_s = \frac{\pi S H}{L^2 \rho \ln \frac{L}{R}} U^2 t. \quad (2)$$

Основным преимуществом предлагаемого метода является возможность осуществлять очистку при проникновении токсикантов на значительную глубину. Метод пригоден даже при загрязнении подземных вод при некоторой его модификации. Использование полученных в данной работе закономерностей и выведенных на их основе расчетов электрических параметров позволит создать предпосылки для реализации электрохимического способа очистки почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-29-24041.*

### Список литературы

1. *Streche C. Decontamination of Petroleum-Contaminated Soils Using The Electrochemical Technique: Remediation Degree and Energy Consumption / C. Streche, D.M. Cocarta, I. Istrate, A.A. Badea /Scientific Reports, 2018. - Vol. 13. - Pp. 1-14.*

2. Пряничникова В.В. Особенности электрохимической очистки различных типов почв от нефтепродуктов / В.В. Пряничникова, Н.С. Шулаев, Н.А. Быковский, Р.Р. Кадыров / Бутлеровские сообщения, 2018. - Т. 53, № 3. - С. 124-129.

## **ГРАДОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ПРИБРЕЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В КРУПНЫХ ГОРОДАХ**

Е.А. Олейник, А.Г. Осипова  
Донской государственный технический университет,  
г. Ростов-на-Дону

*Аннотация.* Статья посвящена роли экологических факторов в вопросе развития прибрежных территорий на урбанизированных территориях для последующего благоприятного формирования рекреационной базы.

Прибрежные территории на протяжении многих веков являются наиболее эксплуатируемыми и инвестиционно привлекательными. И это не случайно, ведь они должны решать ряд социальных, политических и культурных задач.

Современные прибрежные территории сложно представить без широкого спектра различных инфраструктурных зон: портовая, складская, рекреационная с включением в нее пляжей и парков, место причала водного транспорта, а также, на определенных участках, элитные жилые комплексы.

Актуальность и перспективность развития таких территорий становится интересна, таким образом, не только потенциальным строительным инвестиционным компаниям, но и обычному горожанину, заинтересованному в наличии экологически чистой и комфортной среды. При этом возникает определенная сложность в реализации проектных предложений, чтобы не только оправдать интересы развития застройки, но и сохранить природные компоненты среды. В планировочной структуре города водный ресурс играет большую роль для поддержки экологического равновесия. Будучи слабоустойчивыми ландшафтными коридорами в структуре экологического каркаса, водные системы быстро реагируют на любые негативные изменения окружающей среды деградацией природного ландшафта, который способен затруднить транспортную и пешеходную доступность для населения, а также в целом усложнить проектные решения по улучшению прибрежных территорий.

Реконструкция как один из методов по улучшению качества прибрежных территорий положительно сказывается, как на экономике и внешнем виде города, так и на туристической привлекательности региона. Она позволяет улучшить экологическую ситуацию в городе, сохранить культурное наследие, создать новые рабочие места.

Единственного правильного пути разработки и реализации таких проектов нет, так как каждая территория требует индивидуального подхода. В наиболее успешных проектах идея должна быть основана на многофункциональности. Для развитых городских прибрежных территорий можно создать сбалансированную

планировочную структуру, эффективно выполняющую заданные функции, в несколько этапов: анализ территории и выявление наиболее привлекательных функциональных узлов; объединение разрозненных территорий; развитие существующего природного каркаса, предполагающего линейное озеленение набережных; оптимизация существующих и строительство новых связей между застройкой, рекреационной и портовой зонами.

Вышеперечисленные этапы совместно составляют комплексную оценку территории, которая основывается на ее базовых экологических свойствах, включая местоположение данной территории в общей структуре ландшафта и связанные с этим режимы ландшафтообразования и увлажнения. Интенсивность геофльтрационных процессов в условиях городских территорий в значительной мере определяется соотношением таких элементов, как площади мощения, застройки и озеленения. В ходе изучения инженерных мероприятий было выявлено, что наилучшие экологические свойства приобретают хорошо дренируемые и интенсивно озелененные прибрежные территории.

В мировой практике существуют различные примеры редевелопмента прибрежных пространств на основании экологических факторов. Например, деловой квартал Canary Wharf на Собачьем острове в Лондоне, расположенный на месте бывших доков и занятый теперь многофункциональной застройкой и Fort Myers во Флориде, предполагающей редевелопмент территорий старого порта и восстановление исторического центра города.

Есть примеры, когда на обновленной территории частично сохраняется промышленная функция. В комплекс Dockside Green в Виктории, Канада, помимо офисов, жилья и общественных зданий входят пекарня и завод по газификации биомассы. По мысли авторов проекта этот район будет полностью обеспечивать себя энергией.

В России значительная часть прибрежных территорий занята промышленными зонами. Зачастую располагаются функционирующие заводы, офисные здания и подобное. Самый большой ресурс в рамках развития прибрежных зон – это использование бывших промышленных территорий. По мнению ведущих специалистов в области архитектуры и градостроительства, они должны превратиться в экологичные районы с максимальным процентом озеленения и комфортной застройкой.

Таким образом, стоит отметить, что градоэкологический потенциал прибрежных территорий невероятно высок. Для максимально развитых городских территорий интеграция прибрежных территорий в структуре города с учетом экологических факторов – это создание гармоничного пространства, эффективно выполняющего заданные функции.

### **Список литературы**

*1. Бобрышев Д.В. Интеграция прибрежных территорий в функционально-планировочную структуру города как необходимое условие их устойчивого развития / Д.В. Бобрышев, С. Э. Вершинина // Строительство и архитектура. Вестник ИрГТУ. – 2014. - № 12 (95). - С. 103-106.*

2. Беспалов В.И. Научно-методические основы обеспечения экологической безопасности территорий в условиях урбанизации / В.И. Беспалов, Е.В. Котлярова, А.С. Бондаренко // Инженерный Вестник Дона. – 2019. № 1(52). - С. 104

3. Котлярова Е.В. Экологические основы архитектурно-градостроительной деятельности: учебное пособие / Е.В. Котлярова. – РнД: Донской государственный технический университет, 2019. – 68 с.

## **СОВРЕМЕННЫЕ ПРИЕМЫ ОЗЕЛЕНЕНИЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ СРЕДЫ**

Е.В. Котлярова, Д.А. Борисова  
Донской государственный технический университет,  
г. Ростов-на-Дону

*Аннотация.* Статья посвящена вопросу озеленения городских территорий для создания экологически безопасной среды, а также современным приемам благоустройства для развития комфортных рекреационных и общественных пространств.

В настоящее время все более острой становится проблема недостаточного озеленения городских территорий в условиях плотной среднеэтажной и высотной застройки, что ведет к снижению качества окружающей среды. Интенсивное и экстенсивное формирование городских пространств зачастую ведет к ухудшению состояния и уменьшению площадей рекреационных зон, а также сопутствующему повышенному загрязнению составляющих их компонентов природной среды. В современных градостроительных тенденциях, не учитывающих наравне с экономическими факторами экологические и социальные, как правило отсутствуют общественные места, отделяющие человека от негативных факторов городской среды (химические, биологические и акустические загрязнения, пыль и т.д.). При этом доказанный факт, что озеленение урбанизированных территорий положительно влияет на состояние окружающей среды и психофизическое состояние человека [1].

Традиционные виды и формы посадок для озеленения городских территорий были разработаны и применяются уже многие века. К ним относятся, в первую очередь, аллеиные или рядовые посадки, группы (куртины), одиночные посадки, газон, клумбы и цветники.

Однако в современных условиях высокоплотной городской застройки можно применять такие методы озеленения для последующего повышения социо-экологических характеристик территории, как вертикальное озеленение, озеленение кровель, создание экопарковок для личного транспорта и применение модульных передвижных систем озеленения.

Среди **вертикального озеленения** выделяют сплошное и озеленение группой растений или одиночными растениями.

При сплошном озеленении следует следить за формированием побегов растения вблизи оконных и дверных проемов, а при озеленении группой

растений, в свою очередь, можно создавать различные формы и сочетания, а также интересные декоративные эффекты, которыми особенно известны работы новатора «зеленых стен» и изобретателя современного вертикального гидропонного сада Патрика Бланка. Вертикальное озеленение безусловно благоприятно влияет на микроклимат прилегающей территории и повышает ее эстетические характеристики.



Вертикальное озеленение здания в р-не Ковент Гарден, г. Лондон

Благодаря **озеленению кровель** можно существенно снизить перегрев и переохлаждение дома. Главное предусмотреть необходимость полива, дренажа обеспечения водонепроницаемости, а также общий вес конструкции при проектировании и строительстве объекта. Существует 2 вида озеленения крыш: интенсивный (с доступом людей) и экстенсивный (без доступа людей). Порой это единственная возможность для сотрудников офисных центров или жилых комплексов в центре города какой-то период времени провести в окружении природных элементов, без выезда за его пределы. Также этот прием используют при желании максимально объединить объект строительства с окружающим ландшафтом.

Для создания **экопарковок** существующий грунт обязательно укрепляют с помощью георешеток, засыпки щебнем с песком, тротуарных решеток различных конфигураций, но при этом не создают сплошного покрытия, негативно влияющего на воздухообмен и влажностный режим внутри почвы.

**Модульные передвижные системы озеленения** с растениями, подобранными согласно климатической зоне могут быть расположены в любой части города и перемещаться при необходимости. Одним из преимуществ использования модульной системы озеленения является ее скорость возведения.

Мероприятия по повышению уровня комфорта городских территорий, созданию качественного благоустройства, современному озеленению городских территорий различными приемами становятся все более актуальными. Необходимо поэтапно создавать научно обоснованную систему озелененных пространств и усиливать экологический каркас города для комплексного повышения экологической безопасности территорий.

## Список литературы

1. *Bespalov, V. Bases of the scientific conception of the «green frame» designing in urban areas for providing ecological safety of the urban environment / V. Bespalov, E. Kotlyarova // IOP Conference series: Earth and Environmental Science. – 2017. - P. 012072.*

2. *Марченко М.Н. Современные способы озеленения в ландшафтном дизайне / М.Н. Марченко, Я.А. Давыдова // Молодой ученый. - 2016. - №12. - С. 977-980.*

3. *Котлярова Е.В. Экологические основы архитектурно-градостроительной деятельности: учебное пособие / Е.В. Котлярова. – РнД: Донской государственный технический университет, 2019. – 68 с.*

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЫ К ИЗМЕНЕНИЯМ КЛИМАТА

Е.В. Котлярова, С.В. Кудакова  
Донской государственный технический университет,  
г. Ростов-на-Дону

*Аннотация.* Статья посвящена вопросу влияния климатических изменений на городскую среду, а также затрагивает часть практических подходов, разработанных для решения данной проблемы.

Известно, что города являются «точками нагрева» планеты и основными источниками антропогенного теплового загрязнения. Рост и функционирование мегаполисов является одним из основных факторов негативного воздействия на происходящие климатические изменения и должны брать на себя ответственность по их замедлению и дальнейшему предотвращению, а также приспособлению городской среды к уже произошедшим изменениям [1]. Тема городов была ключевой на Климатической конференции сторон (COP 23), состоявшейся в ноябре 2017 года в Бонне.

В 1990 году была запущена климатическая городская инициатива – ICLEI – «Местные органы власти за устойчивость» (Local Governments for Sustainability). На данный момент времени ICLEI является мировой сетью, в которую входят около 1500 регионов, городов, поселков из более чем 60 стран мира. К данной организации присоединились не только такие крупные города, как Барселона, Шанхай, Берлин, Копенгаген, но и небольшие населенные пункты Европы, Африки и Азии.

В 2014 году в рамках территориального планирования департамент по городскому развитию и жилищному строительству Берлина разработал программу по климатической адаптации города к изменениям – Stadtplanung Klimaangepassung für Berlin: Maßnahmen und Beispiele – «Городское планирование, Климатическая адаптация для Берлина: мероприятия и примеры» [2]. Как и в других городах и городских районах, перед Берлином также стоит задача принятия мер по защите климата (смягчения последствий человеческой

деятельности). В то же время необходимы стратегии для преодоления неизбежных последствий изменения климата для экосистем, ландшафтов и условий жизни людей. Согласно данному документу обе цели должны быть объединены и согласованы с другими задачами устойчивого развития.

Согласно концепции, город принято разделять на три уровня адаптации: городской среды, застройки квартала и здания.

Меры, реализуемые на уровне города можно разделить на:

- анализ ситуации и разработка концептуальных предложений;
- возможности влияния на ветровой и микроклиматический режимы территории;
- управление канализационными и дождевыми стоками;
- повышение качества воды в малых и крупных реках;
- вовлечение общественности в решение проблемы.

Примером может служить реконструкция территории аэродрома Темпельхофер Фельд (Das Tempelhofer Feld). Его территория площадью 230 га будет служить важным центром в климатическом регулировании.

На уровне квартальной застройки выделяют: климатически-адаптивное строительство, правильную ориентацию здания, сохранение, укрупнение или создание сетей зеленых и открытых пространств, посадка придорожного озеленения, озеленение водных поверхностей, зон инфильтрации и водосборных бассейнов, консультирование частных владельцев, а также поддержка общественных проектов.

Например, в рамках поддержки общественных проектов, гражданам предоставляется возможность реализовывать свои небольшие проекты на внутриворотовых пространствах.

Меры, предпринимаемые на уровне здания делятся на: уменьшение эффектов реверберации (альbedo) благодаря дизайну и материалам фасадов, использование озелененных кровель, обеспечение циркуляции воздуха в жилых группах зданий, использование вентиляции как инструмента пассивного охлаждения здания, применение солнцезащитных устройств (навесы, балконы, навесы, жалюзи, вертикальные жалюзи), затенение объектов деревьями.

Примером работы данной программы является один из крупнейших жилищных кооперативов в Берлине – жилой комплекс GeWoSüd. GeWoSüd на 2600 квартир. В ходе комплексной реконструкции 2002 года комплекс зданий был расширен берлинским архитектором Карлосом Цвиком, с сопутствующим устройством садов на крыше, что является благоприятным для создания условий микроклимата и решением проблемы нагрева кровли.

Таким образом, можно отметить, что климат – это не только неотъемлемая часть окружающей среды, но и важная сфера современного городского планирования. Изменение климата оказывает влияние практически на все сферы жизни и является проблемой комплексного городского развития. Многие вопросы городского управления, такие как ремонт зданий, зеленые и открытые пространства, гидротехнические сооружения и техническая инфраструктура, напрямую связаны с климатом. Поэтому необходимо развивать направления,



обеспечивающие и улучшающие качество жизни в долгосрочной перспективе: адаптивная ресурсоэффективная внутренняя застройка, озеленение города, повышение качества архитектурной среды, а также подбирать строительные и отделочные материалы таким образом, чтобы они снижали уровень нагрева городского пространства.

### Список литературы

1. Беспалов В.И. *Научно-методические основы обеспечения экологической безопасности территорий в условиях урбанизации* / В.И. Беспалов, Е.В. Котлярова, А.С. Бондаренко // *Инженерный Вестник Дона*. – 2019. № 1(52). – С. 104

2. <https://www.stadtentwicklung.berlin.de/>- официальный портал г. Берлин [Интернет-ресурс].

3. Кокорин А.О. *Изменение климата: обзор Пятого оценочного доклада МГЭИК* / А.О. Кокорин. – М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2014. – 80 с.

## ЭКОГОРОД КАК ОДНО ИЗ СОВРЕМЕННЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ УРБОСИСТЕМЫ

О.В. Афанасьева, Н.П. Усанова

Донской государственный технический университет,  
г. Ростов-на-Дону

*Аннотация.* Статья посвящена анализу феномена экогорода как одного из современных направлений для устойчивого развития урбосистемы, а также рассматриваются основные принципы создания экологического каркаса города.

«Все мы знаем, что основа нашей сегодняшней жизни неорганична, а значит, нездорова и опасна, точно так же, как наша архитектура, две пятых которой составляет неорганический мусор. Кроме того, нам следует знать, что неорганическая материя может время от времени расширяться, однако она не способна давать новую жизнь, поскольку в ней недостает упорядоченности, необходимой для органического роста» – написал в своем произведении известный американский архитектор Фрэнк Ллойд Райт, работавший в направлении «органической архитектуры» [1].

С ростом численности населения и уровня урбанизации, увеличением этажности застройки, ежегодным сокращением природных ресурсов и существенным ухудшением экологической ситуации планеты отношение человека к его среде обитания изменилось. Природу больше не нужно «покорять», поэтому каждый современный человек должен сделать выбор в пользу рационального пути сосуществования и выстраивания партнерских отношений с окружающей средой [2]. Такие мысли заставляют архитекторов и градостроителей искать новые решения глобальных экологических проблем. Одним из них стало создание новых проектов, таких как планы экогородов. Так

называют территориальные образования с комплексным городским планированием, использующие преимущества экологически устойчивых систем, а также сохраняющие и улучшающие окружающую природную среду для будущих поколений.

Требования проектирования такого рода образований неразрывно связаны с принципами устойчивого развития, так как они включают в себя три основные составляющие: экономическое развитие, социальный прогресс и личную ответственность за окружающую среду.

Проектирование экогорода основано на «мягком» управлении природными системами, то есть воздействии на окружающую среду через естественные механизмы саморегуляции. Также в его принципы входит сохранение биоразнообразия, сокращение загрязнения атмосферы, подземных и поверхностных вод, почвы.

Если рассматривать как уже существующие города с богатой историей, так и только проектируемые, то в их градостроительную стратегию войдет создание экологического каркаса. А он, в свою очередь, обеспечивает не только устойчивость и взаимосвязь «зеленых зон» в агрессивной урбанизированной среде, но и способствует стабилизации, самовосстановлению и очищению данных комплексов, увеличивает видовое разнообразие флоры и фауны [3].

Экологический каркас – целостная система, состоящая из ядер и коридоров, связанных между собой посредством функциональных, планировочных и пространственных решений.

Важной градостроительной задачей в данном вопросе является грамотное соотношение застроенных и озелененных пространств. Однако найти наиболее оптимальное соотношение с каждым годом становится все сложнее. В сложившейся застройке территориальное развитие озелененных пространств ограничено. Но в качестве резерва могут выступать трудно осваиваемые территории: заболоченные и подтопляемые земли, поймы рек, карьеры и овраги. На данном уровне развития человечество уже способно работать с «трудными» участками и трансформировать их в наиболее перспективные проекты не только в масштабе города, региона, но и мира.

Несмотря на концептуальные экологические преимущества экогородов, фактическая реализация может быть затруднена из-за того, что затраты на необходимое преобразование инфраструктуры выходят за рамки возможностей бюджета многих, особенно развивающихся стран. Ведь как говорила Джейн Джекобс: «Спроектировать «город мечты» не трудно. А вот для реконструкции живого города требуется воображение» [4].

Человечество находится на стыке времен, где век нанотехнологий, стремительного технического прогресса, освоения космоса – не придуманное фантастами будущее, а плотно вошедшее в нашу повседневную жизнь настоящее. Настоящее, в котором нет места потребительскому отношению, замалчиванию проблем и бездействию.

### Список литературы

1. Райт, Ф.Л. *Исчезающий город / Пер. с англ.; 2-е изд.* – М.: Strelka Press, 2018. – 180 с.

2. Котлярова Е.В. Экологические основы архитектурно-градостроительной деятельности: учебное пособие / Е.В. Котлярова. – РнД: Донской государственный технический университет, 2019. – 68 с.

3. Bespalov V. Bases of the scientific conception of the «green frame» designing in urban areas for providing ecological safety of the urban environment / V. Bepalov, E. Kotlyarova // IOP Conference series: Earth and Environmental Science. – 2017. P. 012072.

4. Рыбчинский В. Городской конструктор: Идеи и города / 2-е изд. - М.: Strelka Press, 2015. – 232 с.

5. Котлярова Е.В. Анализ социо-эколого-экономического состояния промышленных территорий г. Ростова-на-Дону / Е.В. Котлярова // Бизнес. Образование. Право. – Волгоград, 2012. – С. 104-107.

## СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТУШЕНИЯ ПРИГОРОДНЫХ СТЕПНЫХ ПОЖАРОВ

Н.Н. Чибинёв, И.Ю. Шумская, Н.С. Бондаренко  
Южно-Российский государственный политехнический университет  
(Новочеркасский Политехнический Институт) имени М.И. Платова,  
г. Новочеркасск

*Аннотация.* Степной пожар – определяющий фактор, изменяющий экосистему Донского края. Выполнен обзор природных пожаров в Ростовской области и пожаров в пригородных степных зонах г. Новочеркаска, закономерности их возникновения и протекания. Дается анализ практики тушения пригородных степных пожаров и обоснована необходимость применения воздуходувок-опрыскивателей, твёрдых картриджей-пенообразователей и мониторинга степной местности беспилотными аппаратами.

*Ключевые слова:* ландшафтный пожар, пожарный водоем, пожарный пирс, причины степных пожаров, огнетушащие средства, твёрдый картридж-пенообразователь, воздуходувка-опрыскиватель, гидроэлеваторная система.

Природный (ландшафтный) пожар – это неконтролируемый процесс горения, стихийно возникающий и распространяющийся в природной среде, охватывающий различные компоненты географического ландшафта (ГОСТ: Р 22.1.09- 99).

Потенциально в России только степным пожарам подвергаются около 2/3 её территории, в том числе территория Ростовской области, сельскохозяйственные угодья которой занимают 8534,6 тысячи гектар.

По сообщению ГУ МЧС РФ по Ростовской области в области было зарегистрировано:

2017 год – 1,4 тысячи случаев; площадь – 638 гектаров;

2018 год – 1,9 тысячи случаев; площадь – 258 гектаров;

2019 год (8 месяцев) – 2,6 тысячи случаев; площадь – более 700 гектаров.

Только пожарно-спасательные формирования г. Новочеркаска за 9 месяцев в 2019 году уже ликвидировали 272 таких пожара; одним из самых резонансных пожаров был степной пожар 11 сентября в пригородной зоне

города. Площадь данного пожара составила 346,8 гектар, в тушение которого принимали участие 53 пожарных-спасателей, 21 единица техники, а также пожарный поезд. Никто из населения столицы Донского казачества, к счастью, не пострадал, жилые дома не повреждены. Но при пожаре сгорела пожарная машина МЧС России и повреждено несколько единиц сельскохозяйственной техники, тушение длилось более 6 часов.

Основной причиной природных пожаров является действия человека – умышленный поджог или неосторожное обращения с огнём, а в ряде случаев осознанный бесконтрольный пал (выжиг растительности), и в редких случаях такое явление возникает вследствие удара молнией, падения проводов ЛЭП, метеорита или же извержения вулкана.

Особенность степных пожаров заключается в том, что слой сухой травы хорошо продуваем, и при сильном ветре степной пожар распространяется по верхушкам степных растений, а остальная часть догорает со значительно меньшей скоростью. Вторая особенность степного пожара – это довольно высокая скорость (до 25 км/час) его распространения в открытом пространстве, т.к. трава и злаковые растения имеют очень незначительные размеры сечения и представляют собой тонкостенные полые трубки. В следствии этого пожары развиваются на очень значительных площадях с огромной протяженностью горячей кромки, что делает мало эффективным применение пожарных автомобилей для прямого тушения водой и огнегасящими растворами, из-за отсутствия источников водоснабжения.

Кроме этого на травяных, тростниковых и камышовых пожарах основной риск – попасть в огненную «ловушку», если из-за перемены ветра или из-за сложностей с ориентированием, особенно в ночное время, пожарные оказываются окружены огнем или не успевают отступить от приближающегося фронта пожара.

На данных пожарах погибает много животных и птиц, которые не успели спрятаться в норы, улететь или убежать от огня. Ширина волны фронта горения при его высоте 2-3 м составляет не более метра – полутора, и сразу за прошедшим огнем остается полоса черной земли, на которой лишь кое-где догорают и тлеют дерновинки степных растений. В лощинах, на пырейных лугах и займищах рек среди степи огонь и тление при таком пожаре держится часами. Поэтому при степном пожаре в большинстве случаев наиболее безопасной зоной является уже выгоревшая площадь степи.

Результаты исследования факторов, способствующих увеличению числа пожаров в пригородных степных зонах у казачьей столицы г. Новочеркаска, объясняются следующим:

- повышением летних среднегодовых температур в Европейской части России и в частности в Ростовской области, малоснежными зимами, снижением количества осадков и увеличением ветровой нагрузки и другими климатическими факторами;

- почти полным исчезновением из пригородной зоны нашего города сельскохозяйственных животных, и как следствие повсеместным недостатком

пастбищной нагрузки и отсутствие сенозаготовки;

- разрушением системы государственного земельного и экологического контроля, контроля за соблюдением гражданами и организациями правил пожарной безопасности на природных территориях.

Ландшафтные пожары, особенно на пригородных территориях, обладают общими закономерностями, что позволяет построить аналитическое описание общих явлений данных пожаров, их параметров и выработать эффективные способы их тушения. Тушение степного пожара – это все виды работ, направленные на его ликвидацию в кратчайшее время.

Изучая и анализируя способы тушения пригородных степных пожаров у г. Новочеркасска нами проанализирована частота применяемости видов огнетушащих веществ. Наиболее используемое огнетушащее вещество степных пригородных пожаров – вода, её растворы и пена. Вода, как правило, привозная пожарными автомобилями и приспособленной техникой. Использование воды из двух рек (Аксай и Тузлов), окружающих столицу донских казаков, не осуществляется по причине отсутствия на их берегах, а также достаточной выучки водительского состава по работе с гидроэлеваторной системой. Гидроэлеваторными системами можно забирать воду по горизонтали до 100 м или с глубины до 20 м. В качестве струйных насосов в этих системах используют гидроэлеваторы Г-600 и Г-600А.

До начала XXI века в Ростовской области существовало около 5 тыс. прудов, используемых как пожарные водоемы. В настоящее время изменяется их целевое назначение или же пруды ликвидируют. Для ликвидации, консервации и рекультивации работ по пруду необходимо от 10 до 12 млн. руб. на одно сооружение. Объем воды в прудах и малых водохранилищах Ростовской области составляет около 4,0 млрд. м<sup>3</sup>.

Требования к устройству пожарных прудов изложены в ст. 98, 99 ФЗ № 123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 года, а также в главе 9 СП 8.13130.2009, устанавливающей требования к наружному противопожарному водоснабжению, в частности, к таким источникам, как водоемы.

Анализ приемов тушения степных пожаров показал отсутствие на вооружении у «городских» пожарных воздуходувок-опрыскивателей, которые состоят из воздушного компрессора с бензиновым двигателем и бака для воды или раствора с пенообразователем (смачивателем). Вес конструкции воздуходувки-опрыскивателя с полной заправкой водой и топливом – около 30 кг. Но главная и основная особенность данного устройства пожаротушения – возможность работать без воды, срывая пламя струей воздуха. Воду (раствор пенообразователя) можно подавать только при необходимости смочить или охладить какой-то участок. Одна заправка воздуходувки позволяет обработать до 1,5 км кромки степного пожара, что делает её незаменимой при тушении травяных пожаров. Воздуходувка эффективна для срывания пламени и отбрасывания горящих материалов только с небольшой дистанции, что естественно требует у участников тушения степных пожаров строгого выполнения требований техники безопасности.

В условиях большого «дефицита» воды наиболее эффективными качествами обладают твердые пенообразователь-смачиватели. Одним из которых является твердый пенообразователь-смачиватель разработанный учеными ЮРГПУ (НПИ) имени М.И. Платова Таранушичем В.А, Осадчим Л.И и Бабенковой С.Ф [6], представляющий собой твердый картридж (размер: D=50±2 мм, H=260±5 мм). Расход воды на один картридж составляет около 2500 л, а специальные добавки в нем обеспечивают высокую эффективность и огнестойкость пены с одновременной смачивающей способностью. Его биоразлагаемость 98 %, а вес не превышает 600 грамм. Твердый картридж используется в комплекте с пожарным стволом RAMBOLET-03. На выходе из ствола образуется пена кратностью от 85 до 105, которой тушится огонь.

Обеспечение противопожарных подразделений воздуходувками-опрыскивателями, твердыми пенообразующими картриджами и стволами типа RAMBOLET или тубус-смесителями RAMBOMIX значительно повышает их мобильность, маневренность и эффективность тушения степных пожаров. Так же следует одновременно перед наступлением пожароопасного периода на региональном и муниципальном уровнях провести разъяснительную пожарно-профилактическую работу среди населения о правилах поведения в степных пригородных зонах с изданием соответствующего законодательного акта и подготовкой опорных пунктов пожаротушения для ликвидации возможных степных пожаров. Для этого оборудовать на всех наружных источниках водоснабжения подъезды с твёрдым покрытием и пожарные пирсы, в соответствии с противопожарными требованиями. Организовать усиленный мониторинг с помощью беспилотников, прилегающих к населённым пунктам степных территорий, позволяющий зафиксировать очаги пожаров, как только они появляются.

### Список литературы

1. *Степные пожары и управление пожарной ситуацией в степных ООПТ: экологические и природные аспекты. Аналитический обзор.* – М.: Изд-во центра охраны дикой природы, 2015. – 144с.
2. *Степные пожары: профилактика, тушение, правовые аспекты. Методические рекомендации для сотрудников особо охраняемых природных территорий / Авт.-сост.: Г.В. Куксин, М.Л. Крейндли.* – М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2014. – 128 с.
3. <http://www.remontlib.ru/protivopozharnoe-vodosnabzhenie-ot-vodoemov.html>
4. *Методика тушения ландшафтных пожаров (утв. МЧС России 14 сентября 2015 г. N 2-4-87-32-ЛБ).*
5. *Абдурагимов И.М. Новый эффективный способ тушения лесных пожаров. Журнал «Пожаровзрывобезопасность».* – 2011. – №5.
6. *Материалы 59 научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных работников, аспирантов и студентов ЮРГТУ (НПИ). «Результаты исследований-2010» Таранушич В.А, Осадчий Л.И и Бабенковой С.Ф «Пенообразующий состав для тушения пожаров» стр. 155-157.*

# ВЛИЯНИЕ НАПОЛЬНОГО ПОКРЫТИЯ НА ПОЖАРОБЕЗОПАСНОСТЬ ЗДАНИЯ

Н.Н. Чибинёв, А.Н. Андреева, Д.А. Новикова

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)  
имени М.И. Платова,  
г. Новочеркасск

***Аннотация.** Показана пожарная опасность напольных покрытий. Обоснована необходимость разработки правил по эксплуатации напольных покрытий и метода оценки пожарной опасности эксплуатируемых напольных покрытий в зданиях. Приведены результаты исследования и организационно-технические решения по повышению пожаробезопасности и износостойкости эксплуатируемых напольных покрытий в зданиях.*

***Ключевые слова:** студенческое общежитие, пожар, напольное покрытие, нормативная база, свойства пожарной опасности, класс пожарной опасности, безопасность эксплуатации, износостойкость.*

Во многих зданиях нашей страны применяются разнообразные напольные покрытия, являющиеся важным элементом дизайна и декорирования помещений. При этом они должны создавать условия безопасные для человека в процессе всего срока эксплуатации и не способствовать распространению пожара и образованию его опасных факторов, воздействующих на жизнь и здоровье людей.

Особенно опасны пожары в зданиях с массовым пребыванием людей, а также с планировкой коридорного типа, которая, как правило, характерна для студенческих общежитий, в частности в нашем ЮРГПУ (НПИ) имени М.И. Платова. Статистика пожаров в нашей стране в общественных зданиях с планировкой коридорного типа (2011–2016 гг.) представлена в таблице 1.

Таблица 1

Место возникновения пожара	Количество пожаров, ед.; количество погибших, чел.; количество травмированных, чел.			
	Здание для временного пребывания людей	Учебно-воспитательные учреждения	Объекты здравоохранения и социального обслуживания	Административные здания
Коридор	84	81	68	296
	5	0	40	6
	5	0	4	21

Анализ динамик развития пожаров свидетельствует, что напольные покрытия могут быть опасны, как на ранней стадии его возникновения, так как могут способствовать распространению пламени в соседние помещения, и блокированию путей эвакуации, так и в стадии развития пожара.

Статистическая информация о пожарах конструкций пола, текстильных материалов представлена в таблице 2.

Таблица 2  
Статистика пожаров 2010–2015 гг.

Год	Показатель	Отделочные материалы	Одежда, текстиль, спальные принадлежности	Пол	Настил, в т.ч. с утеплителем
1	2	3	4	5	6
2010	Кол-во пожаров, ед.	12382	15984	50766	476
	Погибло всего людей, чел.	612	4003	7818	27
	Прямой мат. ущерб, тыс. руб.	793228	514418	2542691	31661
2011	Кол-во пожаров, ед.	12143	14707	47491	351
	Погибло всего людей, чел.	608	3677	7178	17
	Прямой мат. ущерб, тыс. руб.	887400	365275	3913782	188448
2012	Кол-во пожаров, ед.	11914	13151	43442	483
	Погибло всего людей, чел.	708	3398	6731	22
	Прямой мат. ущерб, тыс. руб.	929888	273284	3600074	40889
2013	Кол-во пожаров, ед.	11719	12182	40293	418
	Погибло всего людей, чел.	613	3022	6117	21
	Прямой мат. ущерб, тыс. руб.	1337831	1415464	3887704	95588
2014	Кол-во пожаров, ед.	11773	10867	38090	402
	Погибло всего людей, чел.	653	2752	5685	15
	Прямой мат. ущерб, тыс. руб.	1219363	553931	3986039	55686
2015	Кол-во пожаров, ед.	8926	8518	28933	232
	Погибло всего людей, чел.	395	1938	3838	14
	Прямой мат. ущерб, тыс. руб.	980865	258694	2393363	18544

Пожары в высших учебных заведениях не являются редким явлением. Последствия от них особенно печальны, если они происходят в общежитиях.

С 2013 по 2018 год в России произошло 26 пожаров в высших учебных заведениях.

Одним из самых резонансных пожаров в студенческих общежитиях до настоящего времени является пожар [1,2], произошедший в ночь с 23 на 24 ноября 2003 г. в блоке «А», корпуса №6 общежития Российского университета дружбы народов по адресу: г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 15, – в результате которого погибли 44 человека, 156 человек получили телесные повреждения различной степени тяжести, из них 23-м потерпевшим причинен тяжкий вред здоровью.

Напольные покрытия отличаются между собой по химическому составу и возможному сочетанию в их композициях слоев (например, армирующий слой,



теплозвукоизоляционный слой, защитный слой) и наряду с высокими эксплуатационными характеристиками напольные покрытия обладают повышенными пожароопасными свойствами. Основной опасностью напольных покрытий, является возможность распространения пожара в соседние помещения и в объеме всего здания общежития, образования дымовой среды и токсичных соединений летучих продуктов их терморазложения в процессе горения.

Разнообразие напольных покрытий охватывает натуральные и синтетические полимеры, обладающие высокими пожароопасными свойствами (таблица 3).

Таблица 3  
Виды материалов напольных покрытий в зданиях общежитий

Материалы напольного покрытия		Состав
Натуральные напольные покрытия	Линолеум	Льняное масло, древесная смола, древесная мука и/или пробковая мука, порошок известняка, цветные и белые пигменты, джутовая ткань
ПВХ гомогенного типа		Поливинилхлорид, пластическая масса, пластификаторы
ПВХ гетерогенного типа		Поливинилхлорид, пластическая масса, пластификаторы, стеклохолст
Линолеум с пробковой подосновой		Поливинилхлорид, пластическая масса, пластификаторы, пробка
Линолеум «Релин»		Поливинилхлорид, пластическая масса, пластификаторы
Кварц-виниловые плитки		Натуральный кварц 60-80 %, винил, пластификаторы
Каучуковые покрытия		Синтетический и натуральный каучук, пластификаторы, наполнители
Ламинат		Древесноволокнистые плиты, акрелатные, меламиновые смолы, декоративный бумажный слой

Для полной и достоверной оценки пожарной опасности напольных покрытий в России введен комплекс пожарно-технических характеристик.

Действующие нормы, в частности Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», предусматривают группы напольных покрытий: воспламеняемости (В1–В3), распространения пламени (РП1–РП4), дымообразующей способности (Д1–Д3), токсичности продуктов горения (Т1–Т4), которые используют для определения класса пожарной опасности (КМ0–КМ5) и возможности применения материалов напольных покрытий на путях эвакуации, а также в зальных помещениях в зданиях различного функционального назначения.

К горючести напольных покрытий предъявляются менее жесткие требования, чем к отделочным и облицовочным материалам. Причина состоит в том, что при пожаре пол находится в зоне наименьшей температуры по сравнению со стенами и потолком. В то же время, для материалов, служащих в качестве напольного покрытия, важную роль играет такой показатель, как распространение пламени по поверхности (РП).

В настоящее время выбор напольных покрытий осуществляется по следующим критериям:

- беспыльность;
- механическая прочность;
- химическая стойкость;
- ударопрочность;
- пожаробезопасность;
- звуко- и теплоизоляция;

На основании проведённого исследования состояния напольного покрытия и его воспламеняемости в общежитии №9 студенческого городка университета установлено:

- отсутствие правил эксплуатации и методов оценки пожарной опасности эксплуатируемых напольных покрытий в зданиях общежитий;
- наличие многочисленных повреждений и истёртостей на напольных покрытиях;
- воспламенение стандартных образцов напольного покрытия в течении от 3 до 7 минут.

В настоящее время срок годности напольного покрытия исчисляется только его способностью к истиранию. Так как показатели по степени горючести, воспламеняемости, токсичности и т.д. определяются самим материалом из которого напольное покрытие изготовлено в связи с чем само покрытие должно быть надёжно защищено.

В целях повышения износостойкости, а вместе с ней и пожаробезопасности эксплуатируемых напольных покрытий в зданиях предлагаются следующие организационно-технические решения:

1. Разработать правила по эксплуатации напольных покрытий и метод оценки пожарной опасности эксплуатируемых напольных покрытий в зданиях.
2. Для защиты напольного покрытия в обязательном порядке применять защитные покрытия типа Polish 200 и «ИНТЕРХИМ».
3. Осуществлять качественную и профессиональную укладку напольных покрытий и правильный уход за ними.
4. Приобретение напольного покрытия производить только при условии наличия сертификата соответствия.

### **Список литературы**

1. Козлачков В.И. Оценка деятельности государственных инспекторов по пожарному надзору при расследовании пожаров с гибелью людей. Краткий анализ материалов уголовных дел / В.И. Козлачков. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2006. – 35 с.

2. Терёбнев В.В. Пожаротушение в жилых и общественных зданиях: учеб. Пособие / В.В. Терёбнев, Н.С. Артемьев, А.В. Подгрушный. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2009. – Т 35. - 207 с.

3. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», изд-во Проспект, 2018. - 144с.

4. Пожары и пожарная безопасность. Статистический сборник. – М.: ВНИИПО МЧС России, 2017. – 124 с.

5. «Правила противопожарного режима в Российской Федерации (с приложениями) 2018 г., Изд-во «Эксмо-Пресс». - 112с.

6. ГОСТ Р 9239-1-2014 «Испытания строительных материалов и изделий на пожарную опасность. Метод определения пожарной опасности напольных покрытий путем воздействия теплового потока радиационной панели».

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЦФО И ЦЧР

А.Э. Крупко

Воронежский государственный университет,  
г. Воронеж

***Аннотация.** Данная статья посвящена оценке экологического потенциала устойчивого развития ЦФО и ЦЧР. Раскрыты как частные индикаторы, так и агрегированные показатели, выявлены проблемы, особенности и тенденции развития экологического потенциала ЦФО, а также возможности его оптимизации.*

***Ключевые слова:** устойчивое развитие, экология, индикаторы, ЦФО, ЦЧР.*

Одним из факторов устойчивого развития региона является природная среда, которая способствует развитию хозяйства, повышает или снижает качество жизни населения. Регион представляет собой сложную природно-общественную систему, что отражается в большом количестве разнообразных показателей, которые используются для характеристики состояния и процессов развития региона. Под индикаторами устойчивого развития в широком смысле понимаются показатели, позволяющие оценивать состояния или динамику развития для прогноза ситуации и разработки решений возникающих проблем.

В целом под индикаторами экологического потенциала можно понимать группу показателей, отражающих состояние и динамику природного потенциала (табл.1). Используются как частные индикаторы, так и агрегированные (сумма баллов или индексов). Низкий уровень лесистости в южной половине ЦФО, особенно в ЦЧР является негативным фактором для достижения устойчивого состояния всех природных компонентов, сельского хозяйства и населения. В целом уровень лесистости ЦЧР меньше 1/3 от зональной, что характеризует экологическую ситуацию как катастрофическую. Лесистость района почти в десять раз ниже уровня Костромской области. При этом именно в этом ЦЧР наблюдаются основные массивы пашни и особенно необходимы лесозащитные леса. Дальнейшая эксплуатация черноземов без лесозащитных полос приведет к их полной деградации. Сдерживающим фактором устойчивого развития является низкая водообеспеченность южных регионов. Местный русловой сток ЦЧР составляет 16,7 куб. км [1]. Показатели обеспеченностью водной площадью в ЦЧР одни из самых низких в ЦФО. В целом, поверхностные воды, включая болота, занимают небольшую площадь – 352,8 тыс. га или 2,1 % территории района. Только в Орловской и Тульской областях этот показатель ниже. При

этом потребление воды в регионах ЦЧР больше по сравнению с большинством областей ЦФО. Реки и водохранилища сильно загрязнены и заилены, объем стоков и водопотребления является слишком большим по отношению к ресурсам большинства водных объектов. Остро необходима повсеместная очистка стоков, особенно ливневых, которая недостаточно развита в районе. Не случайно, что в реках и озерах ЦЧР главными загрязнителями являются взвешенные вещества (сухой остаток составляет сотни тыс. тонн в год.) и химическое потребление кислорода [1].

Таблица 1  
Частные индикаторы экологического потенциала ЦФО

	Лесистость территории %	Доля СХ угодий %	Водная площадь %	Доля пашни %	Выбросы загрязняющих веществ, кг на 1 чел.	Динамика ВЗВ 2016/2007 %	Доля уловленных ВЗВ %	Сброс загрязненных сточных вод, т/чел.	Лесовосстановление, га на 1000 чел.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	8,6	78,7	1,8	53,1	72,76	91,1	83	47,6	0,129
2	32,8	53,8	3,1	24,4	31,94	81,3	91,7	47,5	2,46
3	50,9	34,2	2,4	11,3	23,74	105,9	17,6	78,4	3,525
4	8,1	78,1	2	48,8	31,26	102	54,7	52,2	0,985
5	46,4	38,3	5,4	10,8	26,39	61,7	27,7	67,4	4,106
6	45,2	46,2	1,7	11,6	22,68	186,6	85,3	82,8	3,156
7	74,3	16,5	3,1	3,4	77,16	80,7	31,7	55,6	25,309
8	8,2	81,3	2,4	55,4	34,73	141,6	56,5	10,7	0,356
9	7,3	81,2	1,8	55,9	276,82	83,8	81,8	71,8	1,211
10	42,7	37,5	3,2	13,7	34,08	155,8	74,2	143,7	1,509
11	7,8	83,2	0,7	51,5	27,82	171,1	21,7	68,9	0,265
12	24	63,4	3,1	22,1	87,84	73,5	85,2	71,0	4,525
13	42	42,1	3,4	8,1	60,86	158	65,7	61,9	4,722
14	10,5	79,1	2,5	47,7	53,85	112,6	24,1	39,4	1,154
15	54,9	28,7	8,5	6,3	48,57	91,9	28,4	60,1	10,95
16	14,2	76,8	1	32,1	94,73	87	82,2	107,4	0,133
17	45,4	31,2	13,7	8,6	67,66	110,4	37,3	140,8	3,383
18	18	19,1	0,1	5,9	5,09	79,8	40,6	66,6	0

Выбросы в атмосферу от стационарных источников в 2016 году в Липецкой области (320 тыс. т.) составили в ЦЧР 53,2 % (603 тыс. т.) [1,2]. В этом отношении он намного превосходит все регионы ЦФО, поэтому на его фоне все регионы имеет относительно высокий индекс.

Для оценки уровня устойчивого развития общественных систем необходимы количественные и качественные критерии, которые должны отражать минимальный, оптимальный уровни устойчивости и разницу между его нынешним состоянием и устойчивым положением (развитием). Проблемой является отсутствие единого критерия позволяющего определить степень устойчивости развития регионов. Поэтому более ярко представление об уровне экологического развития территорий дает индексная или балльные оценки. Для соответствия разнокачественных показателей к единому уровню оценки индексы

определялись по формуле:  $I_n = \frac{Прег. - П \min}{П \max - П \min}$ , где учитывались (в первой колонке) максимальный (лучший) и минимальный (худший) показатели по регионам ЦФО, (табл. 2). При индексной оценке данного показателя св. 0,801 (самый высокий уровень) – оценка 5 баллов, 0 - 0,200 (самый низкий уровень) – оценка 1 балл. На основе индексной оценки была составлена балльная оценка развития ЦФО (табл.3).

Таблица 2  
Индексы экологического потенциала регионов ЦФО

	Лесистость территории, %	Доля СХ угодий, %	Водная площадь, %	Доля пашни, %	Выбросы загрязняющих веществ, кг на 1 чел.	Динамика выбросов 2016/2007 гг., %	Доля уловленных выбросов, %	Сброс загрязненных сточных вод, т./чел	Лесовосстановление, га / 1000 ч
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0,0194	0,933	0,085	0,945	0,751	0,765	0,117	0,723	0
2	0,381	0,559	0,185	0,4	0,901	0,843	0	0,723	0,093
3	0,651	0,265	0,131	0,150	0,931	0,646	1	0,491	0,135
4	0,012	0,924	0,1	0,865	0,904	0,677	0,499	0,688	0,034
5	0,584	0,327	0,362	0,141	0,922	1	0,864	0,574	0,158
6	0,566	0,445	0,077	0,156	0,935	0	0,086	0,458	0,120
7	1	0	0,185	0	0,735	0,848	0,810	0,662	1
8	0,013	0,972	0,131	0,990	0,891	0,360	0,475	1	0,009
9	0	0,970	0,085	1	0	0,823	0,134	0,541	0,043
10	0,528	0,315	0,192	0,196	0,893	0,246	0,236	0	0,055
11	0,007	1	0	0,916	0,916	0,124	0,945	0,562	0,005
12	0,249	0,703	0,185	0,356	0,695	0,906	0,088	0,547	0,175
13	0,518	0,384	0,208	0,089	0,795	0,229	0,351	0,615	0,182
14	0,048	0,939	0,138	0,843	0,821	0,592	0,912	0,784	0,041
15	0,710	0,183	0,6	0,055	0,840	0,758	0,854	0,629	0,430
16	0,103	0,904	0,023	0,546	0,670	0,797	0,128	0,273	0,000
17	0,569	0,220	1	0,099	0,770	0,610	0,734	0,022	0,129
18	0,159	0,039	-0,046	0,047	1	0,855	0,690	0,580	0,500*

Таблица 3  
Суммарная оценка экологического развития регионов ЦФО

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	Сумма баллов	Средний балл	Суммарный индекс
1	Белгородская	1	5	1	5	4	4	1	4	1	26	2,89	4,3384
2	Брянская	2	3	1	2	5	5	1	4	1	24	2,67	4,085
3	Владимирская	4	2	1	1	5	4	5	3	1	26	2,89	4,4
4	Воронежская	1	5	1	5	5	4	3	4	1	29	3,22	4,703
5	Ивановская	3	2	2	1	5	5	5	3	1	27	3	4,932
6	Калужская	3	3	1	1	5	1	1	3	1	19	2,11	2,843
7	Костромская	5	1	1	1	4	5	5	4	5	31	3,44	5,24
8	Курская	1	5	1	5	5	2	3	5	1	28	3,11	4,841
9	Липецкая	1	5	1	5	1	5	1	3	1	23	2,56	3,596
10	Московская	3	2	1	1	5	2	2	1	1	18	2	2,661
11	Орловская	1	5	1	5	5	1	5	3	1	27	3	4,475
12	Рязанская	2	4	1	2	4	5	1	3	1	23	2,56	3,904
13	Смоленская	3	2	2	1	4	2	2	4	1	21	2,33	3,371

Продолжение таблицы													
<b>14</b>	Тамбовская	1	5	1	5	4	3	5	4	1	29	3,22	5,118
<b>15</b>	Тверская	4	1	3	1	4	4	5	4	3	29	3,22	5,059
<b>16</b>	Тульская	1	5	1	3	4	4	1	2	1	22	2,44	3,444
<b>17</b>	Ярославская	3	2	5	1	4	4	4	1	1	25	2,78	4,153
<b>18</b>	г. Москва	1	1	1	1	5	5	4	3	3	24	2,67	3,824

В настоящее время в ЦФО растут экологические риски, связанные с деградацией природных зональных ресурсов – почв, вод и лесов. Большинство регионов ЦФО имеют низкий уровень экологической устойчивости, поэтому решение задач достижения устойчивости природы требует экологического регулятора социально-экономического развития региона. Современное природопользование не только не обеспечивает устойчивое состояние экономики, населения и природы округа, но ведет к дальнейшей деградации основных компонентов природной среды. Уровень деградации и угнетения окружающей среды настолько высок в южной половине ЦФО, особенно в ЦЧР, что даже полное прекращение природопользования не позволит многим территориям за счет саморазвития достичь устойчивого состояния. Несмотря на то, что за счет более высокого почвенного потенциала, высокой доли сельскохозяйственных угодий, район характеризуется относительно высокой суммарной оценкой экологического потенциала его регионов (средний балл в Воронежской и Тамбовской областях уступает только Костромской области – самой лесистой в ЦФО) требуется значительное восстанавливающее воздействие на природную среду. При этом, надо отметить, что большинство северных регионов ЦФО имеют лучшие возможности по сравнению с ЦЧР для оптимизации природной среды за счет большей лесистости и водообеспеченности, а также менее интенсивного природопользования. В целом для Центрально-Черноземного района характерно преддверие полной экологической катастрофы, что подтверждается снижением численности почти всех видов фауны и флоры. Запредельный уровень деградации и угнетения окружающей среды в ЦЧР требует исключительно мощного повсеместного воздействия для восстановления природной среды района и соответствующих финансовых инвестиций, что обуславливает коренное изменение стратегии природопользования. Необходимо создание новой отрасли хозяйства – восстановление природы. В районе нужно в ближайшие годы вкладывать в восстановление природы десятки млрд. руб. ежегодно. Тогда можно будет достичь кардинального изменения и улучшения природопользования в водной, лесной и аграрной сферах. В настоящее время экономическая политика мало стимулирует природоохранную деятельность. Все это вызывает необходимость срочной разработки и неотложного проведения реальной политики устойчивого развития (особенно налоговой политики), а одним из важнейших направлений региональных комплексных исследований природы, населения и хозяйства ЦФО является количественная и качественная оценка состояния природных объектов и создание экономического механизма устойчивого природопользования района на региональном, муниципальном и локальном уровнях. Необходима экологизация налоговой системы, которая, наряду с другими инструментами регулирования, может служить эффективным средством решения и экологи-

экономических проблем, оптимизации природно-производственных отношений на принципах устойчивого развития.

### Список литературы

1. Крупко А.Э. Факторы, проблемы и основные направления устойчивого развития Центрально-Черноземного района /А.Э. Крупко, В.Б. Михно // Вестник Воронежского государственного университета, серия география и геоэкология, 2019. №1. - С.55-73.

2. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2017. Стат. сб. / Рос-стат. М., 2017. – 1402 с.

## ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ ЦЕМЕНТИРОВАНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

В.В. Копылов, М.Н. Копылова, О.А. Есякова

Сибирский государственный университет науки и технологий  
имени академика М.Ф. Решетнева,  
г. Красноярск

*Аннотация.* В материалах представлен краткий обзор метода цементирования радиоактивных отходов, применяемого в процессе переработки и кондиционирования радиоактивных отходов, определены способы подготовки радиоактивных отходов к цементированию, варианты исполнения технологического процесса цементирования, выявлены достоинства и недостатки метода цементирования радиоактивных отходов.

С каждым годом от деятельности предприятий атомной отрасли в России накапливается все больше и больше радиоактивных отходов, требующих безопасного обращения. В связи с этим, в последние годы в Российской Федерации ведется работа по обеспечению безопасного и экономически эффективного обращения с радиоактивными отходами.

Переработка, кондиционирование и окончательная изоляция радиоактивных отходов направлены на приведение этих отходов в безопасное состояние, защищающее от негативного воздействия на человека, здоровье настоящего и будущего поколения, окружающую среду.

Только включение радиоактивных отходов в твёрдые матрицы при условии получения монолитной структуры обеспечивает надежную защиту окружающей среды.

Материалы, используемые в качестве матрицы для отверждения жидких радиоактивных отходов, должны обеспечивать высокую химическую стабильность, низкую скорость выщелачивания радионуклидов водой, термическую и радиационную стойкость. Соблюдение этих требований должно гарантировать отсутствие выделения газообразных продуктов и перехода радионуклидов в газовую фазу, а также обеспечивать достаточную стабильность механической и химической стойкости отверждённых отходов в процессе хранения, способствовать облегчению отвода тепла в процессе хранения.

Законодательством Российской Федерации устанавливаются требования к переработанным радиоактивным отходам, определяются критерии приемлемости радиоактивных отходов для захоронения и правила безопасного обращения с радиоактивными отходами [1-3].

Цементирование является одним из основных методов отверждения жидких радиоактивных отходов, а также применяется для включения в цементную матрицу радионуклидов твёрдых радиоактивных отходов [4].

Негорючие твёрдые радиоактивные отходы компактируют в бумажных мешках и металлических бочках. Спрессованные отходы направляются на цементирование. Бочки с твёрдыми радиоактивными отходами подвергают прессованию и затем полученные «блины» размещают в других контейнерах большего размера и включают в цементный компаунд. Целевым продуктом сжигания радиоактивных отходов является зола, которую также включают в цементный компаунд.

Термические методы упаривания и кальцинации жидких радиоактивных отходов являются подготовительными перед процессом отверждения и направлены на сокращение объемов жидких радиоактивных отходов с концентрированием радионуклидов. Метод упаривания позволяет получить концентрированный раствор, тем самым, низкоактивные жидкие радиоактивные отходы перевести в среднеактивные, а среднеактивные жидкие радиоактивные отходы в высокоактивные. Метод кальцинации может применяться после процесса упаривания или отдельно. Получаемые в результате кальцинации оксиды могут быть в дальнейшем включены в керамику, стекло или стеклокристаллические материалы.

Наиболее распространено отверждение среднеактивных жидких радиоактивных отходов методами цементирования и битумирования, а высокоактивных жидких радиоактивных отходов методами остекловывания и включения в керамику [5].

Метод цементирования получил широкое распространение, так как прост и удобен в применении, цементный компаунд обладает негорючестью, радиационной стойкостью, высокой теплопроводностью, но увеличивает объем отходов, содержит большое количество влаги, имеет пористость, повышенную скорость выщелачивания радионуклидов [6].

Исследования химической стойкости включения радионуклидов в цементную массу показывают довольно высокую скорость выщелачивания при контакте с водой, что указывает на необходимость создания надежной гидроизоляции пунктов хранения радиоактивных отходов. Прочность цементного камня зависит от количества включенных в него солей и уменьшается с увеличением их содержания. Все это значительно удорожает стоимость хранения (захоронения).

Для уменьшения скорости выщелачивания радионуклидов из цементной матрицы их обычно переводят в нерастворимые соединения или сорбируют на специальных добавках, которыми часто служат различные глинистые материалы. Другой путь сокращения вымываемости – уменьшение пористости



цементного камня. С этой целью существенно сокращают водоцементное отношение с 0,7 до 0,35. Однако при этом ухудшается текучесть цементного теста. Для уменьшения пористости к цементу добавляют также импрегнирующие вещества (в основном полимеры) или проводят цементирование под вакуумом. Но это усложняет технологию и устраняет основное преимущество этого процесса – простоту.

Для цементирования используют различные цементы: портландцемент, шлакоцемент, высокоглиноземистые цементы, цементы с высоким содержанием извести, специальные цементы.

Для улучшения свойств цементного камня используют различные добавки: импрегнирующие, химические, минеральные и модифицирующие.

Введение различных добавок направлено на улучшение таких свойств конечного продукта, как прочность, выщелачиваемость, сроки схватывания, отсутствие водоотделения, растекаемость, совместимость с радиоактивными отходами, увеличение степени наполнения.

Установки цементирования используют как в стационарном, так и в мобильном вариантах для всех типов смесителей.

Существует несколько вариантов основного узла – смесителя. В промышленном масштабе цементирование для отверждения концентратов используется в США, Швеции, Германии, Франции и России.

Процесс цементирования проводится периодически или непрерывно.

Наиболее интересным из периодических процессов представляется смешение в герметично закрытой бочке. В этом случае не только не встает вопрос о транспортировании цементного теста, но и минимальна возможность загрязнения рабочих помещений и транспортных средств радионуклидами.

Однако при больших масштабах цементирования предпочтительнее непрерывное оформление процесса – смешение в потоке и приготовление цементного раствора в объёмном смесителе периодического действия с весовым дозированием компонентов компаунда.

Существуют и нетрадиционные способы цементирования концентратов [7]. Кубовые остатки атомных станций выпаривают досуха, гранулируют, размещают в 200-литровой бочке. В таком виде хранят или пропитывают специальным цементом (cement-glass). Это позволяет в 8 раз снизить объем радиоактивных отходов по сравнению с обычным цементированием. Водоцементное соотношение составляет 0,3. Такой кондиционированный продукт не имеет пустот и не образует трещин при хранении.

Одной из перспективных, но и более дорогих технологий отверждения радиоактивных отходов является использование в качестве матричного материала шлакощелочного цемента, который является новым типом вяжущего вещества на основе доменного шлака, глинистого компонента и раствора силиката натрия [8]. Наиболее устойчивыми новообразованиями, входящими в состав искусственного камня, являются аналоги природных минералов типа цеолитов. При этом, основные радионуклиды цезий-137 и стронций-90 прочно в химически связанном состоянии входят в структуру минералоподобного камня.

Малая растворимость новообразований, стабильность структуры во времени являются решающими условиями долговечности шлакощелочного камня. Геоцементы характеризуются высокой водонепроницаемостью, морозостойкостью и коррозионной стойкостью.

Основные показатели качества цементного компаунда согласно [2] представлены в таблице 1.

Таблица 1

Основные показатели качества цементного компаунда

Показатели качества	Допустимые значения
Водоустойчивость (скорость выщелачивания радионуклидов по Cs-137 и Sr-90)	не более $1 \cdot 10^{-3}$ г/ см <sup>2</sup> сут.
Механическая прочность (предел прочности при сжатии)	не менее 50 кгс/см <sup>2</sup>
Радиационная устойчивость	механическая прочность не менее 50 кгс/ см <sup>2</sup> после облучения дозой 10 <sup>6</sup> Гр
Устойчивость к термическим циклам	механическая прочность не менее 50 кгс/ см <sup>2</sup> после 30 циклов замораживания и оттаивания (-40 ... +40 °С)
Водостойкость	механическая прочность не менее 50 кгс/ см <sup>2</sup> после 90-дневного погружения в воду
Объем не вошедших в состав цементного компаунда ЖРО	не более 1 % объема

Достоинства и недостатки метода цементирования радиоактивных отходов представлены в таблице 2.

Таблица 2

Достоинства и недостатки метода цементирования радиоактивных отходов

Достоинства	Недостатки
<ul style="list-style-type: none"> <li>- негорючесть цементного компаунда;</li> <li>- отсутствие пластичности отверждённого продукта;</li> <li>- простота осуществления процесса;</li> <li>- бетон обладает отличной стойкостью к облучению;</li> <li>- бетон обладает довольно высокой теплопроводностью.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- сравнительно невысокая степень включения отверждённых компонентов в цемент, что приводит к увеличению объёма отверждённых продуктов;</li> <li>- наличие большого количества воды в отверждённом продукте;</li> <li>- выщелачивание радионуклидов и солей при контакте с водой;</li> <li>- прочность цементного камня уменьшается с увеличением солесодержания;</li> <li>- удорожание стоимости хранения и захоронения в связи с увеличением объёма РАО после цементирования.</li> </ul>

Анализ достоинств и недостатков методов обезвреживания радиоактивных отходов, применяемых на современном уровне развития технологий, вывил ряд эколого-экономических и технологических показателей, улучшение которых требует безотлагательных мероприятий для оптимизации безопасного обращения с твёрдыми и жидкими радиоактивными отходами на территории Российской Федерации.

### Список литературы

1. Федеральный закон «Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации от 11.07.2011 № 190-ФЗ (ред. от 02.07.2013).

2. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии НП-019-15 «Сбор, переработка, хранение и кондиционирование жидких радиоактивных отходов. Требования безопасности».

3. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии НП-020-15 «Сбор, переработка, хранение и кондиционирование твердых радиоактивных отходов. Требования безопасности».

4. Лебедев В.Д. Инновационная технология иммобилизации радиоактивных отходов на основе магнезиальных матриц / В.Д. Лебедев, В.М. Пискунов: Монография. – М.: РИОР: ИНФРА-М. 2016. 85 с.

5. [http://profbeckman.narod.ru/RH0.files/27\\_3.pdf](http://profbeckman.narod.ru/RH0.files/27_3.pdf).

6. [https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/\\_Public/36/030/36030790.pdf](https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/36/030/36030790.pdf).

7. Ахмедзянов В.Р. Обращение с радиоактивными отходами: учебное пособие / В.Р. Ахмедзянов, Т.Н. Лащёнова, О.А. Максимова. - Москва: Энергия, 2008. - С 109-126.

8. [https://ozlib.com/878877/tehnika/neorganicheskie\\_svyazuyuschie\\_tsement](https://ozlib.com/878877/tehnika/neorganicheskie_svyazuyuschie_tsement).

## ОКИСЛИТЕЛЬНЫЙ ОБЖИГ МОЛИБДЕНОВОГО КОНЦЕНТРАТА

Д.С. Алешин, А.Г. Крашенинин, Д.С. Реутов, А.С. Гаврилов  
ИМЕТ УРОРАН,  
г. Екатеринбург

**Аннотация.** В представленной работе изучен эффект добавки CaO к молибденовому концентрату Мк в процессе обжига. Исследования проводились с использованием молибденового концентрата, полученного из опытной руды Южно-Шамейского молибденового месторождения. Гранулированная смесь молибденового концентрата Мк с оксидом кальция CaO в соотношениях (1:0,8; 1:1 ; 1:1,2 ; 1:1,5) по массе, обжигалась в течении 180 мин, с постоянным контролем содержания серы в отходящих газах, при T=600,650,700,750,800°C, непрерывная подача воздуха составляла 10м<sup>3</sup>/ч. Оптимальными параметрами обжига гранул является: T=600°C, τ = 120 мин, соотношение Мк :CaO = 1:1. При данных параметрах наблюдается отсутствие рения, серы и молибдена в отходящих газах. На образце с соотношением Мк:CaO = 1:1 установлена зависимость полноты обжига от времени.

**Ключевые слова:** молибден, молибденовые руды, производство, молибдат кальция, оксид кальция.

## **Введение.**

Российская Федерация располагает внушительными запасами молибдена, на ее территории насчитывается около 34 месторождения с качеством руд, не уступающих зарубежным [1]. Однако производство молибдена в России не развито, основную потребность металла обеспечивают за счет импорта. Единственным предприятием на территории РФ по переработке собственных молибденовых концентратов является ООО «Сорский ферромолибденовый завод», производящий ферромолибден по силикотермической технологии [1-3]. Использование данной технологии имеет ряд недостатков, в первую очередь, в процессе обжига  $\text{MoS}_2$  выделяется диоксид серы, который наносит непоправимый ущерб окружающей среде. Во-вторых, при высоких температурах возгоняется  $\text{MoO}_3$ , также с отходящими газами улетучивается, такой ценный металл, как рений в виде  $\text{Re}_2\text{O}_7$ .

На сегодняшний день во всем мире ведутся исследования по разработке альтернативных экономически эффективных технологий производства молибдена. Китай, как основной мировой производитель молибдена и молибденовой продукции, лидирует в данной области. Китайскими учеными предложены способы по обжигу молибденового концентрата с последующим кислотным выщелачиванием, обжиг с добавкой  $\text{CaCO}_3$  и дальнейшим щелочным выщелачиванием и т.д. [4-6]. В Институте металлургии УрОРАН ведутся исследования по разработке комплексной, экологически чистой технологии производства молибдена и рения [7;8].

## **Экспериментальная часть.**

### **1. Подготовка образцов.**

Молибденовый концентрат, химический состав которого представлен в таблице 1, получен из руды опытного карьера Южно-Шамейского месторождения. Химический анализ элементов в образцах выполняли методом атомно-абсорбционной спектрометрии на атомно-абсорбционном спектрометре SOLAAR M6.

Таблица 1

Химический состав молибденового концентрата с Южно-Шамейского месторождения (масс %)

Mo	S	Al	Ca	Cu	Fe	Si
37	35,4	0,65	0,332	2,03	5	4,36
Na	Ti	P	Re	K	Mg	Pb
0,23	0,032	0,036	0,0049	0,75	0,72	0,154

Из таблицы 1 следует, что основными ценными компонентами концентрата, помимо молибдена, являются рений и медь. Молибден в концентрате в основном присутствует в виде молибденита, медь в виде халькопирита (рис. 1).

Фазовый состав огарков и исходных материалов определяли методом порошковой рентгеновской дифракции. Съёмки проводили при комнатной температуре (298K) на дифрактометре D8 ADVANCE. Фазовый состав и

кристаллическую структуру образца определяли по данным рентгеновской дифракции с использованием программного пакета DIFFRAC: EVA [9] и базы данных Международного центра дифракционных данных (ICDD) PDF4 [10;11;12].

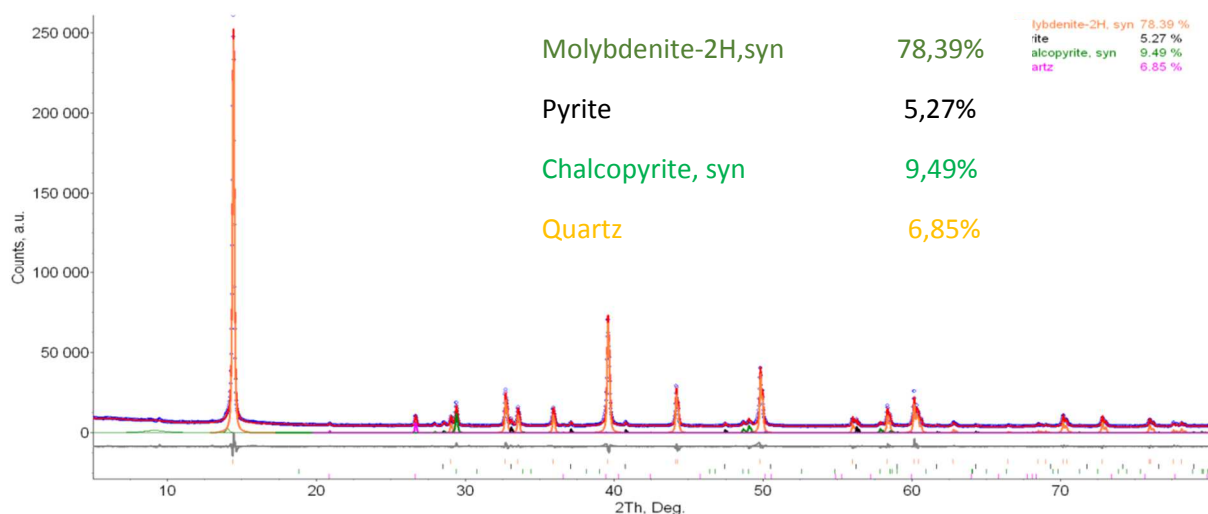


Рис. 1. Рентгено-фазовый состав молибденового концентрата

## 2. Эксперимент.

Молибденовый концентрат смешивали с оксидом кальция CaO в соотношении 0,8:1; 1:1; 1:1,2; 1:1,5 (по массе) затем смесь гранулировали в цилиндрические гранулы на пресс машине толщиной 9 мм и весом 3-3,4 г. Обжиг проводили в трубчатой печи при непрерывной подаче воздуха 10 м<sup>3</sup>/ч и различной температуре 600, 650, 700, 750, 800°C продолжительность обжига 180 мин. Для определения диоксида серы и рения отходящие газы пропускали, сначала через газоанализатор «МГЛ-19А», затем через щелочной раствор, в котором улавливался рений.

Схема аппаратурной установки представлена на рисунке 2.

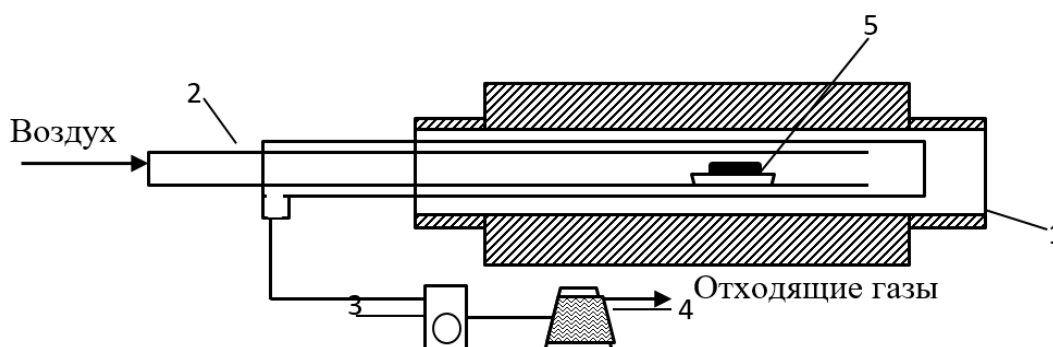


Рис. 2. Аппаратурная установка (1 – трубчатая печь, 2 – кварцевая трубка, 3 – газоанализатор МГЛ-19А, 4 – колба с щелочным раствором, 5 – керамическая лодочка с гранулами)

После обжига огарки охлаждали при комнатной температуре, измельчали и подвергали фазовому и химическому анализу. Отсутствие сульфида молибдена в огарке указывало на завершение процесса.

Показатель связывания серы ( $\alpha_S$ ), степень связывания молибдена ( $\beta_{Mo}$ ) и рения ( $\gamma_{Re}$ ), рассчитывали по следующим формулам:

$$1) \alpha_S = \frac{m_2 w_2}{m_1 w_1} * 100\% \quad 2) \beta_{Mo} = \frac{m_2 w_4}{m_1 w_3} * 100\%$$

$$3) \gamma_{Re} = \frac{m_2 w_6}{m_1 w_5} * 100\%$$

где  $m_1$  – масса смеси до обжига,  $m_2$  – масса огарка (г);  $w_1$  – массовая доля серы в грануле,  $w_2$  – массовая доля серы в огарке (%);  $w_3$  – массовая доля молибдена в грануле,  $w_4$  – массовая доля молибдена в огарке (%);  $w_5$  – массовая доля рения в грануле,  $w_6$  – массовая доля рения в огарке (%).

## Результаты и обсуждения.

### 1. Зависимость полноты обжига от температуры.

Проведены исследования зависимости полноты обжига исходных гранул от температуры в интервале 600-800 °С и при продолжительности обжига 180 мин. Термодинамическое моделирование реакций окисления молибденового концентрата проводилось в программном комплексе HSC-6 [13]. Предполагаемые реакции окисления  $MoS_2$  и  $ReS_2$  в присутствии  $CaO$  и результаты расчета свободной энергии Гиббса представлены в таблице 2.

Таблица 2

Предполагаемые реакции обжига молибденового концентрата

Предполагаемые реакции	$\Delta G, \text{кДж/моль}$				
	873К	923К	973К	1023К	1073К
$MoS_2 + 3CaO + 4.5O_2 = CaMoO_4 + 2CaSO_4$	-1578	-1541	-1505	-1469	-1433
$MoS_2 + 2CaO + 3.5O_2 = CaMoO_3 + CaSO_3 + SO_2$	-1095	-1075,5	-1055,4	-1035,8	-1016,1
$MoS_2 + 2CaO + 4.5O_2 = CaMoO_4 + CaSO_4 + SO_3$	-1330	-1302	-1272	-1274	-1220
$2ReS_2 + 5CaO + 9.5O_2 = Ca(ReO_4)_2 + 4CaSO_4$	-2940	-2864	-2791	-2722	-2641
$2ReS_2 + 2CaO + 7.5O_2 = Re_2O_7 + 2CaSO_3 + 2SO_2$	-1862	-1831	-1800	-1770	-1737

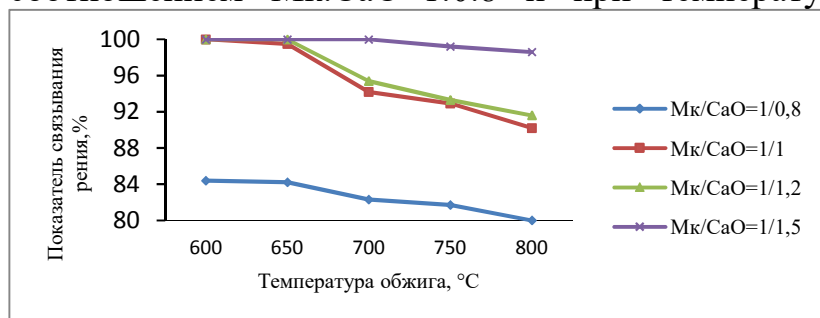
В процессе обжига, за счет гранулирования смеси  $Mk$  и  $CaO$ , протекает более тесное взаимодействие оксида кальция с сульфидами в концентрате, в результате диоксид серы  $SO_2$  практически полностью связывается в  $CaSO_4$ . Окисление компонентов огарка интенсивно проходит за счет непрерывной подачи воздуха в печь. Воздуха легко проникает внутрь огарка, так как накопившаяся влага, испаряясь, оставляет каналы для доступа. После охлаждения, обожжённые гранулы измельчали и подвергали химическому анализу.

На рисунке 3 представлена зависимость степени связывания рения, серы и молибдена от температуры при продолжительности обжига 180 мин. Из результатов следует, что с увеличением температуры обжига степень связывания серы, рения и молибдена снижается. Причиной этого является увеличение скорости окисления  $MoS_2$  до  $SO_2$  и  $MoO_3$ ,  $ReS_2$  до  $Re_2O_7$  и части оксидов серы, до летучей фазы, которая не успевает вступать в реакцию с  $CaO$  и теряется с отходящими газами. Снизить потери элементов в отходящих газах можно за счет увеличения соотношения оксида кальция к молибденовому концентрату. Также из результатов проведенных экспериментов следует, что отношение  $Mk$  к  $CaO$  равное 1:0,8 по массе недостаточно для связывания серы и рения, что

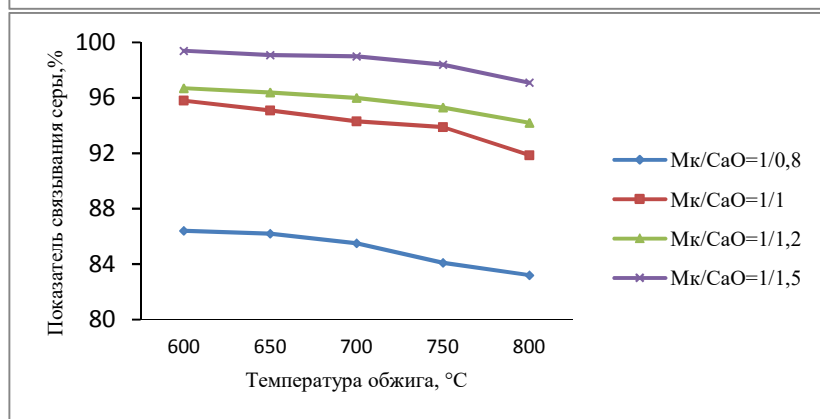
подтверждается химическим анализом. Также при данном соотношении Мк к СаО наблюдалось высокое содержание  $SO_2$  в отходящих газах, которое значительно превышало ПДК ( $10 \text{ мг/м}^3$ ). При других соотношениях Мк:СаО 1:1; 1:1,2 концентрация  $SO_2$  находилась в пределах ПДК, а при Мк:СаО=1:1,5 не превышала  $2 \text{ мг/м}^3$ .

Рений в растворе определяли качественно калориметрическим способом, основанным на образовании коричнево-желтого соединения рения с роданидом –  $ReO(CNS)$ . Это соединение образуется за счет обработки раствора смесью  $ScCl_2$  и  $KCNS$  [14].

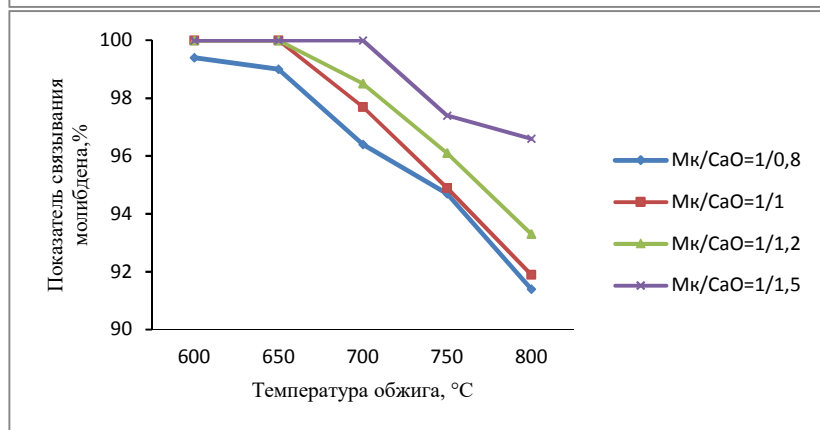
В ходе эксперимента рений наблюдался в растворе, при обжиге гранул с соотношением Мк:СаО=1:0,8 и при температурах обжига выше  $650 \text{ }^\circ\text{C}$ .



а)



б)



в)

Рис. 3. Зависимость степени реакции компонентов с СаО от температуры  
а) серы; б) рений; в) молибден

### 1.2. Зависимость полноты обжига от продолжительности процесса.

Определение зависимости полноты обжига смеси Мк:СаО в отношении 1:1 проводили при  $T=600 \text{ }^\circ$  непрерывной подаче воздуха, которая составляла

10 м<sup>3</sup>/ч, продолжительность обжига составляла 60, 90, 120 и 180 минут. После обжига огарок подвергался рентгенофазовому анализу. Результаты рентгенофазового анализа представлены на рисунке 4.

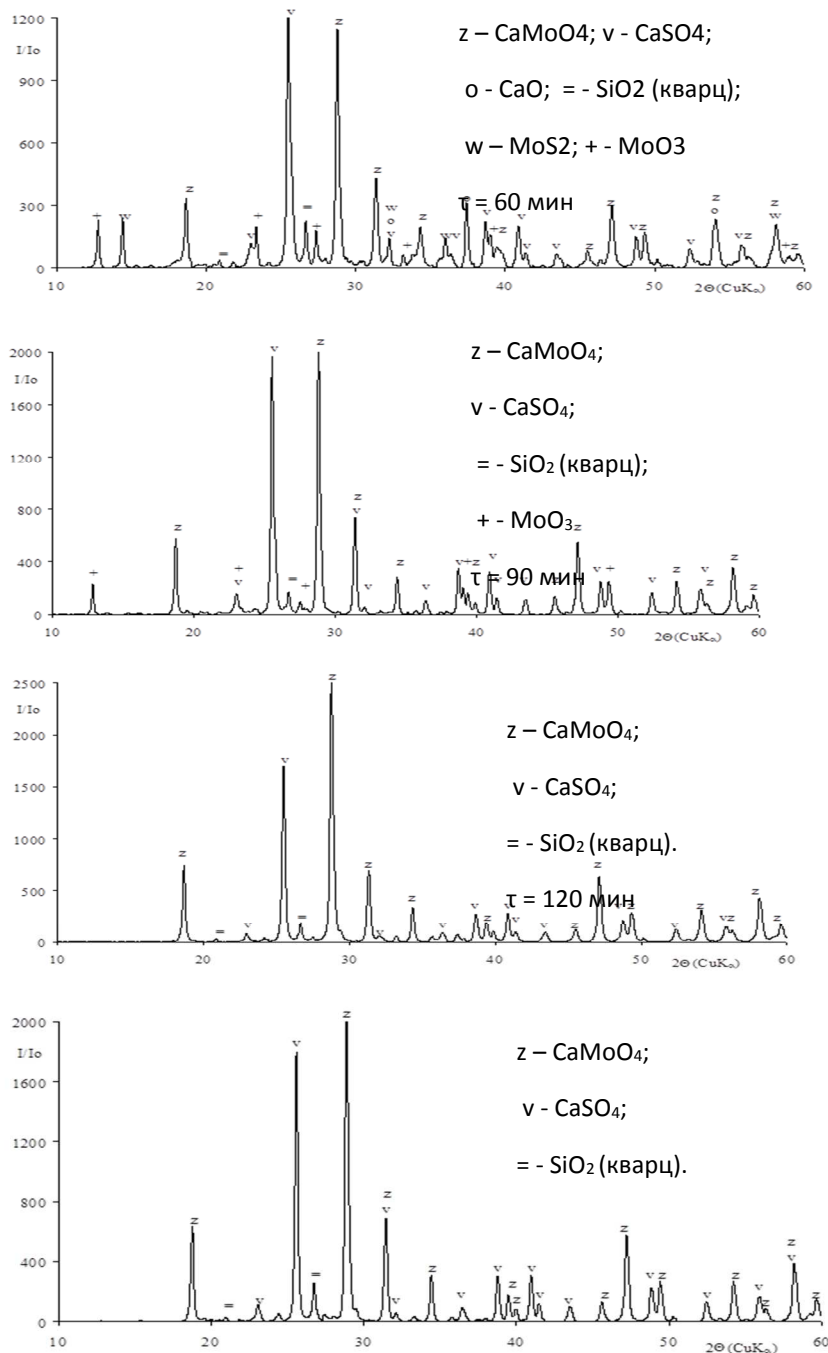


Рис. 4. Результаты рентгенофазового состава огарков

В результате было выяснено, что продолжительности обжига 60 минут недостаточно для полного окисления сульфидов в концентрате, а при продолжительности обжига свыше 90 мин сульфидов в огарке не обнаружено. Молибден в огарке при полном окислении находится в виде CaMoO<sub>4</sub> и MoO<sub>3</sub>.

### Заключение.

В результате исследования процесса окислительного обжига молибденового концентрата, полученного из опытно-промышленной партии руды Южно-Шамейского молибденового месторождения, с добавкой оксида



кальция установлено, что оптимальными условиями, обеспечивающими полноту протекания реакций в огарке с получением в его составе  $\text{CaMoO}_4$ ,  $\text{CaSO}_4$  и  $\text{Ca}(\text{ReO}_4)_2$  без выделения летучих соединений серы, рения и молибдена являются следующие показатели:

- весовое соотношение  $\text{Mk}$  к  $\text{CaO}$  = 1 к 1 с хорошим усреднением и компактированием (гранулированием) смеси;
- температура обжига гранул  $600^\circ\text{C}$  при продолжительности не менее 120 минут.

### Список литературы

1. Государственный доклад о состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2016 и 2017 годах. М.: Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации, 2018. 341 с.
2. Алешин Д.С., Халезов Б.Д., Крашенинин А.Г. Сырьевая база молибдена // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. - 2019 - №7. - С.113-122.
3. Зеликман А.Н. Молибден. – М.: Металлургия, 1970. - 426 с.
4. Lu WANG, Guo-hua ZHANG, Jie DANG. Oxidation roasting of molybdenite concentrate // Transactions of Nonferrous Metals Society of China. - 2015. - №25. - P.4167-41174.
5. Qiu-sheng ZHOU, Wei-tao YUN, Jun-tao XI. Molybdenite–limestone oxidizing roasting followed by calcine leaching with ammonium carbonate solution // Transactions of Nonferrous Metals Society of China. - 2017. - №27. - P.1618-1626.
6. Hu Sun, Guanghui Li, Junjie Yu, Jun Luo. A novel simultaneous oxidizing-volatilizing process for efficient separation of pure  $\text{MoO}_3$  from structure self-sustained molybdenite concentrate pellets // Powder Technology. - 2019. - №345. - P. 338-345.
7. Харин Е.И., Халезов Б.Д., Зеленин Е.А. Разработка экологически чистой комплексной технологии переработки молибденового концентрата Южно-Шамейского месторождения // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. - 2015. - №5. - С.129-134.
8. Ватолин Н.А., Халезов Б.Д., Харин Е.И., Зеленин Е.А. Поиск экологически чистой технологии переработки молибденовых концентратов // Химическая технология. - 2012. - Т.13, №4. - С.229-232.
9. DIFFRAC: EvaBruker AXS GmbH, Ostliche. Rheinbruckenstraße 50, D-76187, Karlsruhe, Germany, 2008.
10. Powder Diffraction File PDF4+ ICDD Release 2018.
11. Laugier J., Bochu B. LMGP-Suite of Programs for the interpretation of X-ray Experiments. ENSP. Grenoble: Lab. Materiaux genie Phys., 2003.
12. DIFFRAC: TOPASBruker AXS GmbH, Ostliche. Rheinbruckenstraße 50, D-76187, Karlsruhe, Germany, 2008.
13. Удалов Ю.П. Применение программных комплексов вычислительной и геометрической термодинамики в проектировании технологических процессов неорганических веществ. - СПб: СПбГТИ(ТУ), 2012. - 187с.
14. Гиллербранд В.Ф. Практическое руководство по неорганическому анализу. – М.: Госхимиздат, 1960. - 345с.
15. Зеленин Е.А., Халезов Б.Д., Харин Е.И. Сорбционное извлечение рения из растворов выщелачивания огарков молибденового концентрата // Химическая технология. - 2015. - Т. 16. - № 7. - С. 430-433.

# МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ПЕЧЕНИ ПРИ СУПЕРИНВАЗИОННОМ ОПИСТОРХОЗЕ НА ПОЗДНИХ СРОКАХ ИНВАЗИИ (60-90-е сутки)

Н.Н. Петрук, М.В. Гюльмагомедова  
Сургутский государственный университет,  
г. Сургут

***Аннотация.** В статье рассматриваются изменения морфологической структуры печени в эксперименте при суперинвазионном описторхозе на поздних сроках инвазии (на 60-90-е сутки). Установлено, что при суперинвазии на 60-е сутки структурные перестройки заключаются в том, что основная масса печени представлена узлами-регенератами. Сохраняется воспалительная инфильтрация ткани печени. Стенки желчных протоков значительно гипертрофированы. В паренхиме печени возрастает количество гранулем с гигантскими многоядерными клетками. В составе инфильтратов преобладают плазмобласты и плазмоциты -  $35,0 \pm 6,7\%$ , а также клетки гистиоциты -  $16,23 \pm 4,9\%$ .*

*При суперинвазии на 90-е сутки отмечается инфильтрация портальных трактов и триад клеточными элементами. В печени много вновь образованных холангиол. Портальные тракты инфильтрированы большим количеством макрофагов. В паренхиме печени выявляются гранулёмы крупных размеров. В составе инфильтратов высокий удельный вес занимают гистиоциты  $39,47 \pm 4,34\%$  и плазматические клетки  $23,27 \pm 6,08\%$ .*

## **Актуальность проблемы.**

Проблема описторхоза в настоящее время является актуальной и занимает приоритетное место в медицине. Обь-Иртышский бассейн, занимающий значительную часть Западной Сибири, является крупнейшим очагом описторхоза на территории России. Это определяет высокую пораженность населения описторхозной инвазией, достигающей в некоторых районах Тюменской области, по результатам эпидемиологических исследований, 80-90 % [1].

Территория Сибири является гиперэндемичной по описторхозу. Отмечается практически 100 % заражение данным гельминтозом представителей коренных народов Севера.

У коренного населения Ханты-Мансийского автономного округа и длительно проживающего в очаге пришлого чаще встречается суперинвазионный описторхоз, что связано с постоянной суперинвазией в результате употребления необезвреженной рыбы семейства карповых [2,3].

Суперинвазионный описторхоз вызывает выраженные клинические синдромы и структурные изменения во внутренних органах. При описторхозных суперинвазиях интенсифицируется сенсбилизация организма, а также отмечается усиление патоморфологических изменений в лимфоидных органах и печени.

Кроме того, суперинвазионный описторхоз часто приводит к осложнениям со стороны желудочно-кишечного тракта.

Таким образом, актуальность выбранной темы обусловлена гиперэндемичностью очага на территории Западной Сибири, а также тяжестью патоморфологических изменений внутренних органов человека.

## **Материал и методы исследования**

Эксперимент проводился на сирийских хомяках-самцах. Выведение животных проводилось под эфирным рауш-наркозом на 60 и 90-е сутки опыта.

Суперинвазионный описторхоз моделировали путём введения в глотку животных 30 жизнеспособных метацеркариев, а на 21-е сутки производили повторное заражение в дозе 20 метацеркариев.

Кусочки печени фиксировали в 10 % нейтральном формалине и 90° холодном этиловом спирте. Из материала изготавливались гистологические срезы толщиной 5 микрон. С целью оценки деструктивных процессов в паренхиме печени определялось количество погибших гепатоцитов на 1000 гепатоцитов (в ‰).

При изучении клеточного состава инфильтратов определялось относительное (в %) содержание лимфоцитов, больших лимфоидных клеток, плазматических клеток, макрофагов, фибробластов, фиброцитов, гистиоцитов, эозинофильных и нейтрофильных гранулоцитов и эпителиальных клеток. Стромально-паренхиматозные соотношения в структуре ткани печени рассчитывались с помощью квадратной тестовой системы (сетки Автандилова Г.Г., 1973). Определялось количество клеток синусоидных капилляров на 1000 гепатоцитов (в ‰).

Статистическая обработка результатов исследования была проведена с использованием процедур математической статистики, реализованных в пакетах прикладных программ IBM PC БИОСТАТ, а также пакета программ статистического анализа и Microsoft Excel V-5,0. Для каждого показателя вычисляли среднюю арифметическую и её ошибку [ $M \pm m$ ].

## **Результаты исследований**

**Эксперимент инвазии 60 суток.** В ткани печени на данном сроке усиливаются склеротические процессы.

Структурные перестройки заключаются в том, что основная масса печени представлена узлами-регенератами. Сохраняется воспалительная инфильтрация ткани печени. Клеточные инфильтраты увеличиваются по площади ( $7,46 \pm 2,36$  % площади среза). Локализованы они в околопротоковой ткани, в паренхиме органа и периваскулярно. В инфильтратах определяются большое количество макрофагов и плазматических клеток, а также новообразованные холангиолы. Отмечается инфильтрация портальных трактов и ткани печени большим количеством макрофагов.

Количество клеток синусоидных капилляров –  $165,1 \pm 10,33$  ‰ на 1000 гепатоцитов. Количество некротизированных гепатоцитов составляет  $183,1 \pm 6,89$ ‰.

Ткань печени разделена на дольки соединительнотканными элементами. Стенки желчных протоков значительно гипертрофированы, что ведёт к облитерации их просветов. На срезе протоки занимают  $8,36 \pm 2,93$  % площади. Стенки других протоков претерпевают деструктивные изменения. В стенках протоков нарастает количество гранулём. Гранулёмы обеднены клеточными

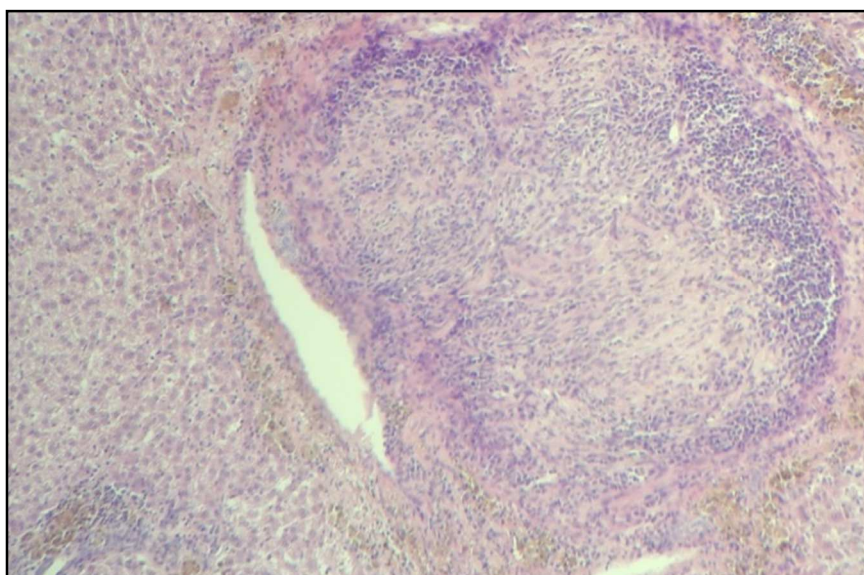
элементами и состоят из гистиоцитов, фиброцитов. В паренхиме возрастает количество гранулем с гигантскими многоядерными клетками.

Количество стромы составляет  $25,47 \pm 3,3$  %. Просветы мелких дуктулов сужаются и запустевают. От порталных триад тянутся тяжи соединительной ткани, в составе которых прослеживаются значительные скопления гемосидерина и цепочки вновь образованных холангиол. В ткани печени определяются яйца описторхисов. Регистрируются эрозии в эпителиальной выстилке желчных протоков.

Синусоидные капилляры резко расширены. В составе инфильтратов преобладают плазмобласты и плазмоциты  $35,0 \pm 6,7$  % наряду с клетками гистиоцитами  $16,23 \pm 4,9$  %.

**Эксперимент инвазии 90 суток.** Сохраняется инфильтрация ткани печени клеточными элементами. Клеточные инфильтраты локализуются вокруг протоков и вен, и площадь их увеличивается до  $8,16 \pm 2,18$  % площади среза. Отмечается инфильтрация порталных трактов и триад клеточными элементами. В печени много вновь образованных холангиол.

Портальные тракты инфильтрированы большим количеством макрофагов. Ядра холангиоцитов правильной округлой формы. В просветах протоков залегают описторхи. В местах прилегания описторхов регистрируется десквамация эпителия желчных протоков, а также углубления в виде бухт и значительное сужение просвета протоков. Степень расширения желчных протоков составляет  $14,07 \pm 5,8$  % площади. Перидуктальная соединительная ткань представлена коллагеновыми волокнами. Среди соединительнотканых элементов в расширенных порталных трактах отмечается большое количество новообразованных протоков. В паренхиме печени встречаются гранулёмы крупных размеров (рисунок).



В паренхиме печени округлой формы образование с валом макрофагальных клеток по периферии (гранулёма). Суперинвазия 90 сутки. Окраска гематоксилином и эозином.

Об. 20 х Ок. 10

Площадь некроза гепатоцитов уменьшается до  $125,2 \pm 5,0$  ‰ на 1000 гепатоцитов. В эпителии желчных протоков также происходят некротические процессы. Снижается количество клеток синусоидных капилляров (до  $140,8 \pm 9,14$  ‰). Значительно расширены синусоидные капилляры. Содержание стромы в печени на этом сроке достигает  $36,63 \pm 4,01$  ‰. Высокий удельный вес в составе инфильтратов занимают гистиоциты  $39,47 \pm 4,34$  ‰ и плазматические клетки  $23,27 \pm 6,08$  ‰.

### Выводы

1. При суперинвазионном описторхозе к 60-90-м суткам опыта – преобладают плазмобласты и плазмоциты наряду с клетками гистиоцитами, что свидетельствует о процессах иммуновоспалительного характера. Известно, что накопление в воспалительном инфильтрате плазматических клеток и плазмобластов является морфологическим свидетельством иммунопатологических реакций [4, 5].

2. Отличительной особенностью суперинвазионного описторхоза является одновременное сосуществование формирующихся и склерозирующихся гранулём, а также обилие макрофагальных гранулём. Старые гранулёмы состоят в основном из коллагеновых волокон, между которыми располагаются эпителиоидные клетки, фибробласты, единичные эозинофильные лейкоциты и плазмоциты.

3. В хроническую фазу гельминтоза большинство гранулём подвергается фиброзированию. В инфильтратах наблюдается формирование холангиоцитами псевдожелезистых структур.

4. При суперинвазионной форме описторхоза площадь стромальных компонентов нарастает к 90-м суткам.

### Список литературы

1. Альперович Б.И. Клинический патоморфоз хронического описторхозного панкреатита / Б.И. Альперович, Н.С. Родичева, Ж.А. Курьсько // Бюл. сибир. медицины. – 2004. - № 3. - С. 49-52.

2. Бычков В.Г. Динамика клеточных преобразований в печени при экспериментальном описторхозе / В.Г. Бычков [и др.] // Мед. паразитология и паразитар. болезни. - 2008. - № 3. - С. 9-12.

3. Крылов Г.Г. Суперинвазионный описторхоз: пато- и морфогенез осложненных форм и микст-патологии: автореф. дис. ... д-ра мед. наук / Г.Г. Крылов. - М., 2005. – 40 с.

4. Малышева Л.Г. Морфогенез печени при суперинвазионном описторхозе (экспериментальное исследование): автореф. дис. ... канд. мед. наук / Л.Г. Малышева. - Новосибирск, 1986. – 20 с.

5. Рычагова И.Г. Морфогенез клеточных реакций печени при различных клинко-морфологических формах описторхоза: (Ультраструктур. исслед.): автореф. дис. ... д-ра мед. наук / И.Г. Рычагова. - Челябинск, 1995. – 40 с.

# УРОВЕНЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ГОРОДЕ МАГНИТОГОРСКЕ И ЕГО СВЯЗЬ С МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИМИ УСЛОВИЯМИ

И.П. Опутина

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Уральский государственный научно-исследовательский институт региональных экологических проблем» (ФГБУ УралНИИ «Экология»),  
г. Пермь

*Аннотация.* Показаны некоторые результаты исследования загрязнения атмосферного воздуха в г. Магнитогорске, и связь загрязнения атмосферного воздуха с метеорологическими условиями. В результате исследования установлена зависимость между параметром  $P$ , скоростью ветра и относительной влажностью воздуха

Город Магнитогорск – город областного значения Челябинской области, один из крупнейших в Российской Федерации и в мире центров черной металлургии. Последствием высокого уровня экономического развития города является повышенная антропогенная нагрузка на окружающую среду и, в частности, на атмосферный воздух, что влияет на качество жизни городского населения, выражаясь в увеличении количества и тяжести различных заболеваний и сокращении продолжительности жизни.

Судя по величине индекса загрязнения атмосферы (ИЗА) Магнитогорск в 2018 году перешел из категории «очень высокого» уровня загрязнения атмосферного воздуха, к «высокому» уровню. Ранее по результатам исследования, проведенного по данным за период, начиная с 2005 года, уровень загрязнения атмосферного воздуха в городе Магнитогорск ежегодно характеризовался как «очень высокий» (исключение – 2014 год, когда отмечалось значение ИЗА соответствующее «высокому» уровню, но значение ИЗА было близко к пограничному).

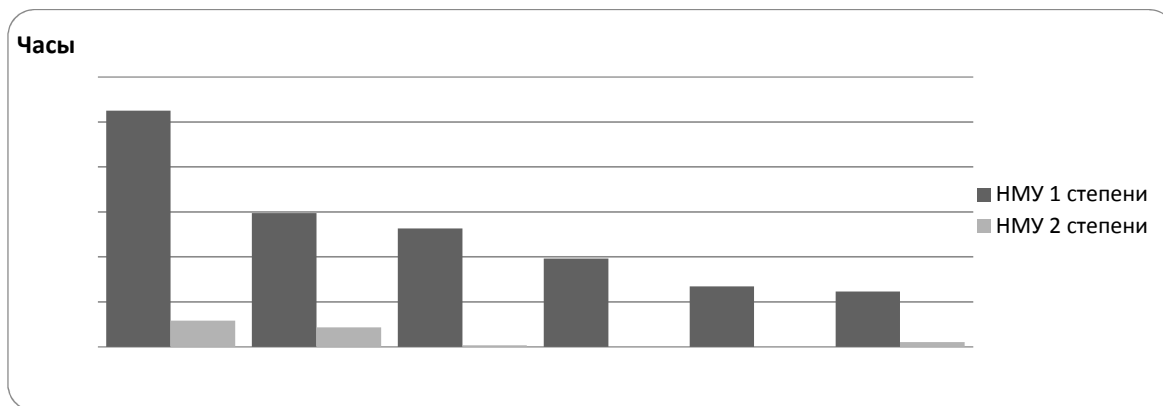
Безусловно, уровень загрязнения атмосферного воздуха, прежде всего, зависит от параметров источников выбросов (количество выбросов вредных веществ и их химический состав, высота, на которой осуществляются выбросы и т.д.), но важны также условия рассеивания выбросов в атмосферном воздухе, которые определяются климатическими и метеорологическими характеристиками конкретной территории [1-3].

Значимыми аспектами формирования локального состояния атмосферного воздуха считаются продолжительность и количество периодов неблагоприятных метеорологических условий, так как в эти периоды создаются условия для накопления и роста концентраций загрязняющих веществ в приземном слое атмосферного воздуха.

С целью выявления локальных условий, определяющих особенности рассеивания загрязняющих веществ в городе Магнитогорске, автором были проанализированы сведения о состоянии атмосферного воздуха по результатам наблюдений, а также предупреждения о неблагоприятных метеорологических

условиях (НМУ) с официального сайта Челябинского ЦГМС – филиала ФГБУ «Уральское УГМС» [4] за период с 25.08.2016 по 31.12.2018.

Диаграмма суммарной продолжительности НМУ в городах Челябинск, Карабаш, Коркино, Сатка, Троицк и Магнитогорск за период 2016–2018 гг. представлена на рисунке.



Суммарная продолжительность НМУ в городах Челябинск, Карабаш, Коркино, Сатка, Троицк и Магнитогорск за период 2016–2018 гг., часов

По результатам анализа данных о предупреждениях о НМУ сделаны следующие выводы. Для города Магнитогорска было составлено предупреждений о наступлении НМУ: в 2016 году – 12 предупреждений, в 2017 году – 41 предупреждение, в 2018 году – 1 предупреждение. Общая продолжительность НМУ в городе Магнитогорске составляла: в 2016 году – 353 часа НМУ 1 степени; в 2017 году – 872,5 часа НМУ 1 степени и 77 часов НМУ 2 степени; в 2018 году – 26 часов НМУ 2 степени. При рассмотрении количества часов с НМУ в год, выявлено, что периоды НМУ в городе Магнитогорске наблюдаются не более чем в 11 % времени в году, то есть суммарно, приблизительно, в среднем, 19 дней в год.

В настоящее время не разработана какая-либо классификация городов в зависимости от количества дней с неблагоприятными метеорологическими условиями. Однако если сравнить суммарное количество часов с НМУ за рассматриваемый период в городах Челябинской области, для которых составляются предупреждения о НМУ, город Магнитогорск будет являться городом с наименьшей продолжительностью НМУ (в часах) среди рассмотренных городов. При этом уровень загрязнения атмосферного воздуха в городе Магнитогорск выше, чем в Челябинске. Следовательно, для города Магнитогорска существует индивидуальная неблагоприятная с точки зрения загрязнения атмосферного воздуха ситуация: высокий уровень выбросов и метеорологические условия, способствующие накоплению загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. То есть правомерен вывод о том, что количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух значительно превышает потенциал самоочищения атмосферы на данной территории.

Источники выбросов города Магнитогорска распределены по территории неравномерно. Территория города Магнитогорска рекой Урал и прудами на реке

Урал разделена на правобережную и левобережную части города и, соответственно, на левобережный и правобережный промышленные узлы.

Правобережная часть города характеризуется значительно меньшим количеством промышленных предприятий (24 предприятия), и более плотной застройкой жилыми массивами. В состав левобережного промышленного узла г. Магнитогорска входит 48 предприятий, общее количество источников выбросов (2018 год) – 4252 единицы.

На территории города функционирует государственная сеть мониторинга загрязнения атмосферного воздуха, осуществляемая Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидрометом) – пять стационарных постов наблюдения. Контроль качества атмосферного воздуха на границе санитарно-защитной зоны градообразующего предприятия (ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат») проводится силами ПАО «ММК» на пяти маршрутных постах наблюдения.

По данным наблюдений на стационарных постах на протяжении 11 лет (2007-2017 гг.) на территории Магнитогорска отмечаются превышения значений ПДК по среднегодовым концентрациям одних и тех же загрязняющих веществ: банз(а)пирен (до 8,3 ПДК в 2007 г.), формальдегид (до 4,7 ПДК в 2013 г.), взвешенные вещества (до 2,6 ПДК в 2012 г.), диоксид азота (до 1,5 ПДК в 2013 г.).

В период 2007–2009 гг. отмечались также превышения среднегодовых концентраций этилбензола (например, до 2,0 ПДК в 2008 г.), но в последующие годы концентрация этилбензола в атмосферном воздухе снизилась.

Для оценки вклада различных факторов в загрязнение атмосферного воздуха в г. Магнитогорске был исследован ряд зависимостей.

С целью выявления зависимости уровня загрязнения атмосферного воздуха от метеорологических параметров по среднесуточным значениям измеренных на пяти постах наблюдений концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе города Магнитогорска рассчитаны значения параметра  $P$  для города в целом. Под параметром  $P$  следует понимать частоту превышения измеренными концентрациями полуторакратных значений, соответствующих среднесезонных концентраций вредных (загрязняющих) веществ [5]. В результате расчетов выявлена зависимость значений параметра  $P$  от скорости ветра и влажности воздуха.

На основании полученных результатов исследования можно сделать вывод о том, что при высокой влажности воздуха и слабом ветре (или штиле) наблюдается высокий уровень концентрации загрязняющих веществ (параметр  $P=0,5-0,8$ ); при умеренном ветре (скорость ветра более 7 м/с) и низкой влажности воздуха наблюдается пониженный уровень концентрации загрязняющих веществ (параметр  $P=0,08-0,2$ ). Рассчитанные значения коэффициента корреляции между значением параметра  $P$  и скоростью ветра лежат в интервале 0,7-0,83; между значением параметра  $P$  и относительной влажностью воздуха – в интервале 0,85-0,96.

В результате проведенного исследования можно сделать следующие



#### ВЫВОДЫ:

– высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха определяется не только количеством дней с НМУ, но и общей нагрузкой на атмосферный воздух от существующих источников выбросов;

– при сопоставлении количества часов в году с НМУ в шести городах Челябинской области (Челябинск, Карабаш, Коркино, Сатка, Троицк и Магнитогорск), город Магнитогорск является городом с наименьшей продолжительностью (в часах) НМУ среди рассмотренных городов. При этом уровень загрязнения атмосферного воздуха в городе Магнитогорск выше, чем в Челябинске: выбросы от стационарных источников за 2018 год в Челябинске составляют суммарно 135,9 тыс. тонн, а в городе Магнитогорске – 203,2 тыс. тонн. Следовательно, для города Магнитогорска необходимо изучать индивидуальные метеорологические условия с точки зрения формирования состояния атмосферного воздуха, как один из факторов негативного состояния атмосферного воздуха, который усугубляет высокий уровень выбросов в атмосферу.

– правомерен вывод о том, что количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух значительно превышает потенциал самоочищения атмосферы на данной территории;

– результаты исследования указывают, что реальная характеристика состояния атмосферного воздуха в г. Магнитогорске должна основываться на достоверных сведениях о причинах высокого уровня загрязнения атмосферы, которые могут быть получены только при условии наличия в городе системы мониторинга атмосферного воздуха, позволяющей получить репрезентативную и достоверную информацию.

#### Список литературы

1. Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы / М.Е. Берлянд. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1985. – 272 с.

2. РД 52.04.186-89 Руководство по контролю загрязнения атмосферы: утв.: Госкомгидрометом СССР; Главным государственным санитарным врачом СССР от 01.06.1989. – Режим доступа: справочно-правовая система «Техэксперт».

3. РД 52.04.667–2005. Документы о состоянии загрязнения атмосферы в городах для информирования государственных органов, общественности и населения. Общие требования к разработке, построению, изложению и содержанию. М.: Метеоагентство Росгидромета, 2006. 39 с.

4. Неблагоприятные метеорологические условия // Челябинский ЦГМС – филиал ФГБУ «Уральское УГМС»: сайт. – URL: <http://www.chelpogoda.ru/pages/975.php> (дата обращения 09.12.2019).

5. Сонькин Л.Р. Синоптико-статистический анализ и краткосрочный прогноз загрязнения атмосферы / Л.Р. Сонькин. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 223 с.

## БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ПАБК И ЕЕ СОЕДИНЕНИЙ

Е.И. Заживихина, С.А. Маркова, Д.А. Заживихин  
Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова,  
г. Чебоксары

*Аннотация.* Авторы рассматривают исследования в применении солей натрия, меди парааминобензойной кислоты (ПАБК) в качестве стимуляторов роста семян ячменя сорта «Гюнтер».

Поиск соединений, обладающих различными видами биологической активности, является одним из наиболее важных направлений развития химико-фармацевтической науки. Они всегда привлекали исследователей в области экологии и рационального природопользования. Известно средство для предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур, содержащее водный раствор рассола природного минерала бишофит, альбит и парааминобензойную кислоту. Это средство обладает недостаточной биологической доступностью ПАБК (RU 2341929). Нами были синтезированы и изучены некоторые физико-химические и биологические свойства солей ПАБК – натриевой и медной. Показано, что реакция осаждения по получению солей ПАБК макро- и микроэлементов протекает при повышенной температуре (40-60°). Метасиликат натрия  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  – один из простейших силикатов и представляет собой натриевую соль метакремниевой кислоты, используемой в качестве щелочного реагента при получении растворимой в воде натриевой соли ПАБК (состав 1). В результате обменной реакции при действии сернокислотой меди на состав 1 получали осадок диспергированной медной соли ПАБК (состав 2). Оценка биологической активности полученных препаратов натриевой и медной солей ПАБК проводилась на семенах ячменя сорта «Гюнтер» в чашках Петри. Определение энергии прорастания и лабораторной всхожести проводились согласно ГОСТ 12038-84. В качестве рабочих растворов были приготовлены 0,01 %; 0,05; 0,01%-ные водные растворы натриевой соли ПАБК (состав 1), в т.ч. водные суспензии медной соли ПАБК (состав 2) соответствующих концентраций. Показано, что при предпосевной обработке семян ячменя сорта «Гюнтер» стимулятором при концентрации 0,05 % энергия прорастания составила 90,5 %, а всхожесть – 90,8 %, в т.ч. раствором стимулятора состава 2 с концентрацией 0,05 % эти показатели увеличились до 89,6; 90 % соответственно. В Лаборатории СКБ «Сувар» были проведены исследования по апробации синтезированных соединений составов 1 и 2 в сравнении с известным препаратом «Бальзам-ЭКБ». Использование ростостимулирующих средств обеспечивает повышение продуктивности сельскохозяйственных растений и качества продукции [1-11].

### Список литературы

1. Читнаев Е.Л. Неорганические вещества, их биологическая активность // *Естественные науки: сегодня и завтра: Тезисы докладов юбилейной итоговой науч. конф.* / Е.Л. Читнаев, Е.И. Заживихина, С.А. Маркова. – Чебоксары: Изд-во Чувашского государственного университета, 1997. – С. 232-233.

2. Заживихина Е.И., Маркова С.А. Биологическая роль препарата «Сувар» для крупного рогатого скота // Геохимическая экология и биогеохимическое изучение таксонов биосферы: мат-лы 3-ей Российской биогеохимической школы, Горно-Алтайск, 4-8 сентября 2000. – Новосибирск. – С.252.

3. Заживихина Е.И., Маркова С.А. Изучение биологической роли препарата «Сувар» на телятах // Семейная медицина в современных условиях материалы научно-практической конференции Приволжского федерального округа. - Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2002. – С. 212-213.

4. Заживихина Е.И., Маркова С.А. Комплексное применение препарата «Сувар» с дезинфицирующим препаратом «Бальзам-ЭКБ» // Семейная медицина в современных условиях: материалы научно-практической конференции Приволжского Федерального округа. - Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2002. – С. 213-214 .

5. Заживихина Е.И., Маркова С.А. Усовершенствованный способ получения микроэлементного препарата «Сувар» на основе терпеноидов для сельскохозяйственных животных и птиц // НАУКА ТА ІННОВАЦІЇ 2005: Матеріали Міжнародної науково-прктичної конференції «Наука та інновації – 2005. Том 2. Біологія, хімія та хімічні технології. Дніпропетровськ: Наука і освіта. 2005. –С. 65-67.

6. Заживихина Е.И., Маркова С.А., Заживихин Д.А. Биологическая роль некоторых микроэлементов // Актуальные проблемы современного естествознания: Материалы Всерос. научно-практической конференции / под ред. Л.Н. Воронова, Н.В. Хураськиной, А.А. Шуканова. – Чебоксары: Чувашигоспедуниверситет им. И.Я. Яковлева, 2006. – С. 148-151.

7. Заживихина Е.И., Маркова С.А., Заживихин Д.А. Комплексное применение препарата «Бальзам-ЭКБ» с микроэлементным препаратом «Сувар» // Глобальные проблемы экологизации в Европейском сообществе: Сборник трудов Международной конференции, посвященной 10-летию образования Международного информационно-экологического парламента. – Казань, 28-29 сентября 2006. -С. 200-201.

8. Заживихина Е.И., Маркова С.А., Заживихин Д.А. О биологической роли абиетата натрия // Современные проблемы химии и защиты окружающей среды: Тезисы докладов региональной науч.-практич. конф. – 2007. – С. 94-95.

9. Маркова С.А., Заживихина Е.И. Изучение дезинфицирующей способности «Бальзам-ЭКБ» на телятах // Журнал экологии и промышленной безопасности. 2007, № 2 (32). –С. 75-76.

10. Заживихина Е.И., Маркова С.А., Никифорова Е.С. Количественное определение меди в органических объектах // Сб. материалов Всерос. научно-практ. конф. с междунар. участием «Наука и образование: теория и практика». -Чебоксары: Изд-во Чуваш. гос. пед. ун-та, 2012. -С.80-81.

11. Заживихина Е.И., Маркова С.А., Заживихин Д.А. Рациональное применение ПАБК // Приоритетные направления развития науки и технологий: доклады XXII Международной научно-технич. конференции; под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2017. – С. 6-8.

## АНАЛИЗ ПРОЦЕССА НИТРИФИКАЦИИ СТОЧНЫХ ВОД КОС ГОРОДА ТУЛЫ

Р.А. Ковалев, М.Г. Бурдова, Д.А. Кораблина  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В работе приведены показатели исходной сточной воды, поступающей на КОС г. Тулы. Изучен процесс нитрификации, исходя из последних достижений науки и методологических разработок на базе исходных данных. Произведен расчет азотенков-нитрофикаторов по различным методикам и определены диапазоны расхождения основных параметров биологической очистки воды. Установлено, что процесс нитрификации на КОС г. Тулы соответствует всем нормам биологической очистки.

Украшением г. Тулы и ее «легкими» является р. Упа. Степень функционирования реки зависит от количества и качества сточных вод, очищенных на канализационных очистных сооружениях (КОС) г. Тулы. Гидрологические характеристики реки Упы: расход 40,2 м<sup>3</sup>/с, скорость течения 7 км/ч, глубина от 1 до 4,3 м, ширина до 60-80м. Расход сбрасываемых сточных вод 140 тыс. м<sup>3</sup>/сут, концентрация загрязнений в очищенной воде 13,7 мг/л. Нами в работе [1] произведен предварительный набросок основных процессов нитрификации, денитрификации и дефосфотирования сточных вод на КОС г. Тулы. т.е. основных процессов, предупреждающих эвтрофикацию водоема – реки Упы. Настоящая работа посвящается более глубокому изучению процесса нитрификации, исходя из последних достижений науки и методологических разработок на базе исходных данных.

Таблица 1

Показатели исходной сточной воды, поступающей на КОС и предельно допустимые концентрации (ПДК) при сбросе в р. Упу

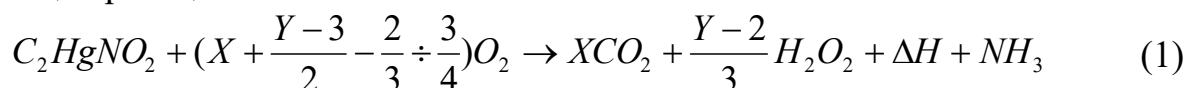
№	Показатель	Фоновая, мг/л	Концентрация, мг/л	
			В исходной сточной воде	ПДК
1	Взвешенные вещества	13,7	17,3	13,95
2	БПК <sub>20</sub>	-	17,3	3,0
3	Нитраты	2,42	4,67	9,1
4	Нитриты	0,037	0,03	0,02
5	Азот аммонийный	1,08	21	0,39
6	Азот общий	-	32	н/н
7	Фосфор общий	-	5,3	н/н
8	СПАВ	0,022	0,22	0,1

Табличные данные свидетельствуют о том, что показатели азота и фосфора на действующих очистных сооружениях не соответствуют требуемым ПДК.

Под эвтрофикацией водоемов подразумевается интенсивный рост растительности в водоемах. Известно, что рост растительности обусловлен питательными веществами, такими как: углерод, азот, фосфор, калий. Отсюда следует, чтобы прекратить эвтрофикацию водоемов, необходимо исключить

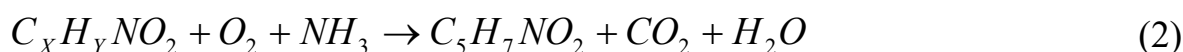
поступление питательных веществ. Но, с другой стороны, прекратить поступление углерода невозможно, так как растения могут потреблять его из атмосферы. Следовательно, необходимо прекратить доступ фосфора и азота, так называемых биогенных элементов. Биогенные элементы в водоемы поступают с дождевыми стоками с агрополей, а также с неочищенными хозяйственно-бытовыми сточными водами.

К тому же, если рассматривать степень удаления этих веществ при биологической очистке сточных вод, то наблюдается следующая картина: механическая очистка удаляет 8-10 %, биологическая очистка – 30-50 %. Следовательно, необходимы методы, которые позволяют произвести очистку более глубокую и совершенную. К таким методам относится биологическое восстановление нитритов и нитратов до полученного свободного азота, а также биологическое восстановление окислов фосфора. Биологическая очистка протекает с подачей кислорода воздуха, который расходуется следующим образом: на накопление энергетического баланса клетками микроорганизма по следующей реакции:



где  $\Delta H$ -изменение энергетического состояния.

-на образование самой клетки микроорганизма:



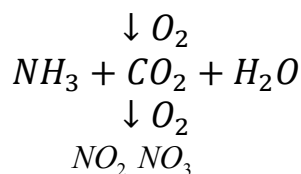
-на окисление клетки:



-на окисление до образования нитритов и нитратов:



Представим диаграмму его преобразования:



Из диаграммы следует, что азот принимает активное участие в росте микробиальных клеток. А затем при окислении органики выделяется азот, который может участвовать в дальнейшем формировании клеток, либо продолжать окисляться до образования нитритов и нитратов. В процессе биологической очистки протекает процесс окисления как углеродсодержащей, так и азотсодержащей органики. Окисление углеродсодержащей органики сопровождается выделением карбонатов, в то время, как окисление азотсодержащей органики дает аммонийные вещества. Первичное окисление аммонийсодержащей органики протекает в аэротенках-нитрификаторах.

## РАСЧЕТ АЭРОТЕНКОВ-НИТРИФИКАТОРОВ ПО РАЗЛИЧНЫМ МЕТОДИКАМ

Наряду с качественным представлением о процессе нитрификации необходимо знать габариты нитрификаторов-аэротенков.

1. Алгоритм расчета нитрификатора по методике ВНИИ «ВодГео» базируется на определении основных технологических параметров, таких как: удельная скорость роста нитрификатора, возраст активного ила.

Удельная скорость роста нитрификатора:

$$\mu = \mu_{max} \cdot \frac{k_{ph}k_tk_{oc}k_c}{N+k_n} \quad (6)$$

где:  $k_n=1$ ;  $\mu_{max}$  – максимальная удельная скорость, равна  $1,77\text{сут}^{-1}$ ;  $k_{ph}$  – коэффициент, учитывающий влияние рН среды [2];  $k_t$  – коэффициент, учитывающий температуру сточной воды;  $k_{oc}$  – коэффициент, учитывающий концентрацию растворенного кислорода, вычисляемый по формуле:

$$k_{oc} = \frac{C_0}{C_0+k_0'} \quad (7)$$

где  $C_0$ -концентрация растворенного кислорода в иловой смеси;  $k_0'$ -константа насыщения;  $k_c$ -коэффициент, учитывающий влияние токсичных веществ;  $N$ -константа полунасыщения азотом аммонийным;

Возраст активного ила:

$$\Theta = \frac{1}{\mu}, \text{сут} \quad (8)$$

2. Расчет аэротенка-нитрификатора по методике [2] базируется на определении основных технологических параметров, таких как: доза ила в регенераторе, продолжительности обработки воды в аэротенке и регенерации.

Общая продолжительность окисления, ч:

$$t_0 = \frac{L_{en} - L_{ex}}{a_i S(1 - S)} \quad (9)$$

Доза ила в регенераторе, определяемая по формуле:

$$a_r = a_i \left( \frac{1}{2R_i} + 1 \right) \text{г/л}, \quad (10)$$

Продолжительность обработки воды в аэротенке  $t_{at}$ , ч, необходимо определять по формуле:

$$t_{at} = \frac{2.5}{\sqrt{a_i}} \lg \frac{L_{mix}}{L_{ex}} \quad (11)$$

Продолжительность регенерации  $t_r$ , ч, надлежит определять по формуле:

$$t_r = t_0 - t_{at} \quad (12)$$

3. Расчет нитрификатора по методике Санкт-Петербургского университета базируется на взаимоувязывании основных технологических параметров, таких как: нагрузка на ил, возраст ила, удельный прирост ила. Взаимоувязывание выражается в том, что произведение этих показателей должно быть равно 1.

Нагрузка на ил:

$$N_i = \frac{Q_w L_{en}}{W_{at} a_{mid}} \quad (13)$$

Возраст ила:

$$\Theta = \frac{W_{at} Q_w}{Q_w a_{mid}} \quad (14)$$

Удельный прирост ила:

$$P_y = \frac{P_i}{L_{en}} \quad (15)$$

где  $Q_w$ -суточный расход сточных вод;  $L_{en}$ -концентрация БПК в воде, поступающей на очистку;  $W_{at}$ -объем аэротенка.;  $a_{mid}$ - концентрация активного ила;  $P_i$ -прирост активного ила.

$$N_i \Theta P_y = \frac{Q_w L_{en}}{W_{at} a_{mid}} \frac{W_{at} Q_{mid}}{Q_w P_i} \frac{P_i}{L_{en}} = 1 \quad (16)$$

Следует отметить, что формула (5) не учитывает таких показателей, как:

- концентрации БПК на выходе в очищенной воде;
- значение концентрации активного ила принято без учета его зольности.

Основным фактором среди принятых подразумевают возраст активного ила, то есть показатель  $\theta$ . Так как бактерии нитрификаторы являются медленно растущими, то минимальная продолжительность возраста активного ила находится в пределе 5-6 суток. В среднем этот показатель составляет 7-8 суток. Возраст нитрификации зависит от температуры.

Таблица 2

Зависимость процесса нитрификации от температуры

Температура, °С	11	13	15	17
Возраст ила, сут	7	6	5	4

Таблица 3

Сводная таблица расчетных данных и действующих показателей на КОС

Показатель	Методика		
	Санкт-Петербурга	ВНИИ «ВодГео»	Приложения к [2]
Аэротенк			
Тип	вытеснитель	вытеснитель	вытеснитель
Количество секций	4	4	4
Число коридоров	3	3	3
Объем секции	2777,8	3383,3	3791,7
Вторичный отстойник	4	4	4
Тип	радиальный, ф40м	радиальный, ф40м	радиальный, ф40м
Требуемая площадь, м <sup>2</sup>	2977	3688	3188
Воздухо-дувка			
Требуемый объем, м <sup>3</sup> /ч	103833	67725	65800
Марка	ТВ 300-1,6	ТВ 300-1,6	ТВ 300-1,6

Расчетные данные свидетельствуют о расхождении основных параметров биологической очистки, т.е. как аэротенков, так и вторичных отстойников. Расхождение аэротенков колеблется в пределах  $\pm 12-18\%$  по отношению к методике ВНИИ «ВодГео». Расхождение по площади отстаивания во вторичных отстойниках составляет  $\pm 15-19\%$  по отношению к методике ВНИИ «ВодГео».

Таким образом, расчеты параметров аэротенков-нитрификаторов КОС г. Тулы показывают о правомочии различных методик, таких как Санкт-

Петербургского университета, ВНИИ «ВодГео», приложения к [2]. Процесс нитрификации на КОС г. Тулы соответствует всем нормам биологической очистки.

### Список литературы

1. Бурдова М.Г., Кораблина Д.А., Красуцкий В.А. К вопросу о ретехнологизации биологической очистки канализационной очистной станции г. Тулы//55-я научно-практическая конференция ППС ТулГУ: сб. докл.:Ч.1. - Тула:Изд-во ТулГУ,2019. С 302-309.

2. Свод правил СП 32.13330.2012 «Канализация. Наружные сети и сооружения». Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85\*. - М.: Минрегион России, 2012.

3. Данилович Д.А., Дайнеко Ф.А. Удаление биогенных элементов // Водоснабжение и санитарная техника. - 1998. - №9. - С. 10-13.

4. Протиловский Е.М., Мишуков Б.Г., Соловьева Е.А. Опыт работы Сестрорецких канализационных очистных сооружений // Водоснабжение и санитарная техника. - 2007. - №7. -Ч. 2. - С. 23-24.

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СВИНЦА В ПОЧВАХ ПРИРОДНЫХ И УРБАНИЗИРОВАННЫХ ЭКОСИСТЕМ

М.В. Куркина

Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта,  
г. Калининград

*Аннотация.* Исследовано валовое содержание свинца в почвах естественных и урбанизированных экосистем Калининградской области. Установлено, что в естественных экосистемах расположенных на территории Калининградского полуострова содержание свинца в почве не превышает предельно допустимые концентрации. Почвы города Калининграда отличаются повышенным содержанием свинца, а наиболее высокими его концентрациями характеризуются урбаноземы и дерново-глеевые окультуренные почвы.

Городские экосистемы наиболее подвержены негативному техногенному воздействию. В спектре веществ, загрязняющих городскую среду, особое место занимают тяжелые металлы. Обладая высокой способностью к биоаккумуляции, они быстро включаются в пищевые цепи и накапливаются в организмах, находящихся на высоких трофических уровнях, включая человека [1]. Одним из наиболее опасных тяжелых металлов является свинец. Он может проявлять высокую токсичность в следовых количествах, а также способен концентрироваться в живых организмах и, как следствие, стать причиной серьезных заболеваний [2]. Поэтому контроль над содержанием тяжелых металлов в компонентах окружающей городской среды является актуальным. В связи с этим целью данной работы явилось изучение содержания свинца в почвах города Калининграда. Для этого на территории города были заложены 30 ключевых участков. Контролем служили почвы природных экосистем, расположенные на территории Калининградского полуострова. Пробы почв для



анализа отбирали методом «конверта» с глубины 10 см. Количественное содержание тяжелых металлов определяли рентгена флуоресцентным методом на приборе Спектроскан Макс G производства ООО «НПО Спектрон». Статистический анализ проводили с помощью программ Microsoft Excel 2010.

Проведенные исследования показали, что количественное содержание свинца в почвах городских экосистем значительно превышало его содержание в природных экосистемах, где значения по количеству свинца варьировали от 6 до 26 мг на кг почвы, что не превышает ПДК (32 мг/кг) (рис. 1). В урбоэкосистемах наибольшие значения по содержанию свинца выявлены в почвах ключевых участков, расположенных в центральной части города (участки С2 и С3), где его содержание в 4 раза превышало значение ПДК и более, чем в 10 раз среднее значение по содержанию свинца в почвах природных экосистем. На территории города наиболее загрязненными по содержанию свинца являются газоны вдоль дорог и придомовые территории.

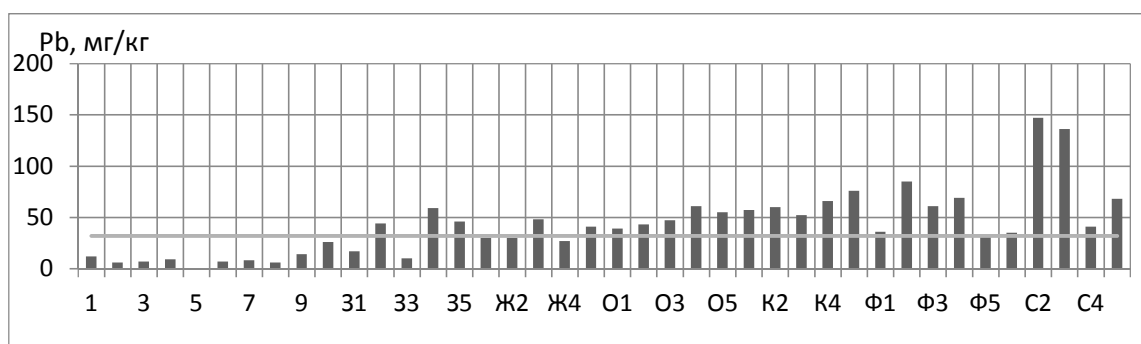


Рис. 1. Содержание свинца в почвах природных экосистем Калининградского полуострова (участки 1 – 10) и урбанизированных экосистем города Калининграда (участки 31 – С5)

Распределение свинца в почвах разных типов неодинаково (рис.2). В природных экосистемах наибольшим содержанием свинца характеризуются дерново-подзолистые почвы, а наименьшим – дерново-глеевые и камбисоли. На территории города наиболее загрязненными свинцом являются дерново-глеевые окультуренные почвы и урбаноземы, в которых содержание свинца в среднем составило 48 мг/кг и 62 мг/кг соответственно, что в 1,5 и почти 2 раза выше ПДК.

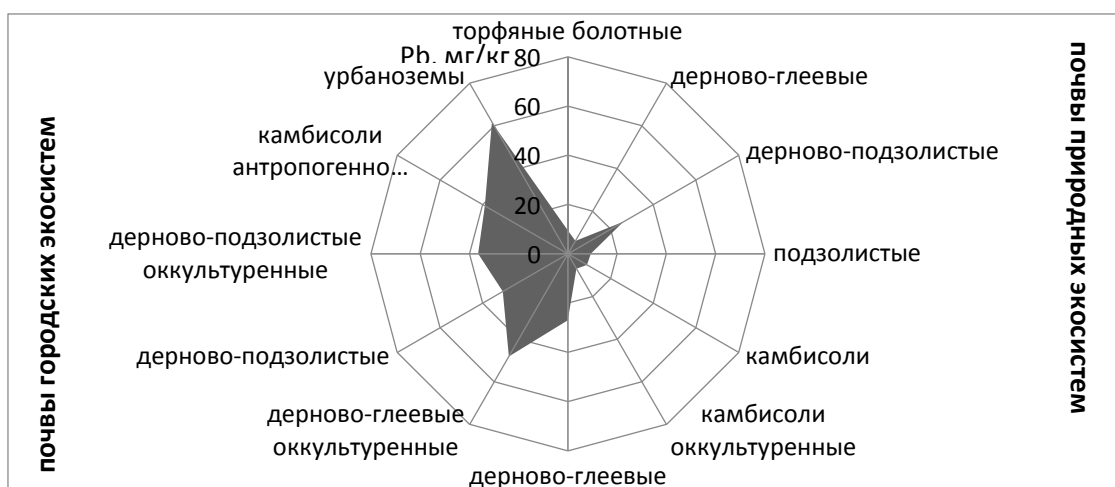


Рис 2. Содержание свинца в почвах разных типов природных и урбанизированных экосистем Калининградской области

Таким образом, проведенные исследования показали, что содержание свинца превалирует в почвах городских экосистем, а его наибольшим содержанием характеризуются урбаноземы и дерново-глеевые окультуренные почвы, что необходимо учитывать при проведении мероприятий по биоремедиации почв.

### Список литературы

1. Масленников П.В. Аккумуляция металлов в растениях урбоэкосистем / П.В. Масленников, В.П. Дедков, М.В. Куркина, А.С. Ващейкин, И.О. Журавлев, Н.В. Бавтрук // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. - 2015. - Вып.7. - С.57-69.

2. Майстренко В.Н. Эколого-аналитический мониторинг супертоксикантов / В.Н. Майстренко, Р.З. Хамитов, Г.К. Будников. - М.: Химия, 1996. - 319с.

## ОСНОВЫ МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПРОМЫШЛЕННО РАЗВИТОГО РЕГИОНА

А.Е. Коряков, О.А. Ендовицкая  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Рассмотрены вопросы организации мониторинга атмосферного воздуха. Излагаются задачи, решаемые автоматизированной системой экологического мониторинга качества воздушной среды застроенных территорий. Приводятся требования, предъявляемые к система мониторинга, и основные функции, выполняемые этими системами.

Мониторинг атмосферного воздуха – система наблюдений за состоянием атмосферного воздуха, его загрязнением и за происходящими неприродными явлениями, а также оценка и прогноз состояния атмосферного воздуха, его загрязнения (закон «Об охране атмосферного воздуха».)

В целях наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха, комплексной оценки и прогноза его состояния, а также обеспечения органов государственной власти, органов местного самоуправления, организаций и населения текущей и экстренной информацией о загрязнении атмосферного воздуха Правительство Российской Федерации, органы государственной власти субъектов Российской Федерации, органы местного самоуправления организуют государственный мониторинг атмосферного воздуха и в пределах своей компетенции обеспечивают его осуществление на соответствующих территориях Российской Федерации, субъектов Российской Федерации и муниципальных образований.

Государственный мониторинг атмосферного воздуха является составной частью государственного мониторинга окружающей среды и осуществляется федеральными органами исполнительной власти в области охраны окружающей среды, другими органами исполнительной власти в пределах своей компетенции

в порядке, установленном уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти.

Территориальные органы федерального органа исполнительной власти в области охраны окружающей среды совместно с территориальными органами федерального органа исполнительной власти в области гидрометеорологии и смежных с ней областях устанавливают и пересматривают перечень объектов, владельцы которых должны осуществлять мониторинг атмосферного воздуха.

Система мониторинга решает следующие задачи, связанные с управлением качеством воздуха, в том числе:

- контроль за соблюдением государственных и международных стандартов качества атмосферного воздуха;
- получение объективных исходных данных для разработки природоохранных мероприятий, градостроительного планирования и планирования транспортных систем;
- информирование общественности о качестве атмосферного воздуха и развертывание систем предупреждения о резком повышении уровня загрязнения;
- проведение оценки воздействия на здоровье загрязнения воздуха;
- оценка эффективности природоохранных мероприятий.

В связи с этим, для своевременных управляющих решений необходимо оперативно выявлять зоны загрязнения и прогнозировать условия их формирования. В условиях комплексного воздействия стационарных и аварийных источников, организация необходимого контроля качества воздушной среды в районах, осаждаемых децентрализованными системами теплоснабжения источников может быть эффективно осуществлена лишь с помощью автоматизированной системы экологического мониторинга.

Систему экологического мониторинга можно представить в виде блок-схемы представленной на рисунке.

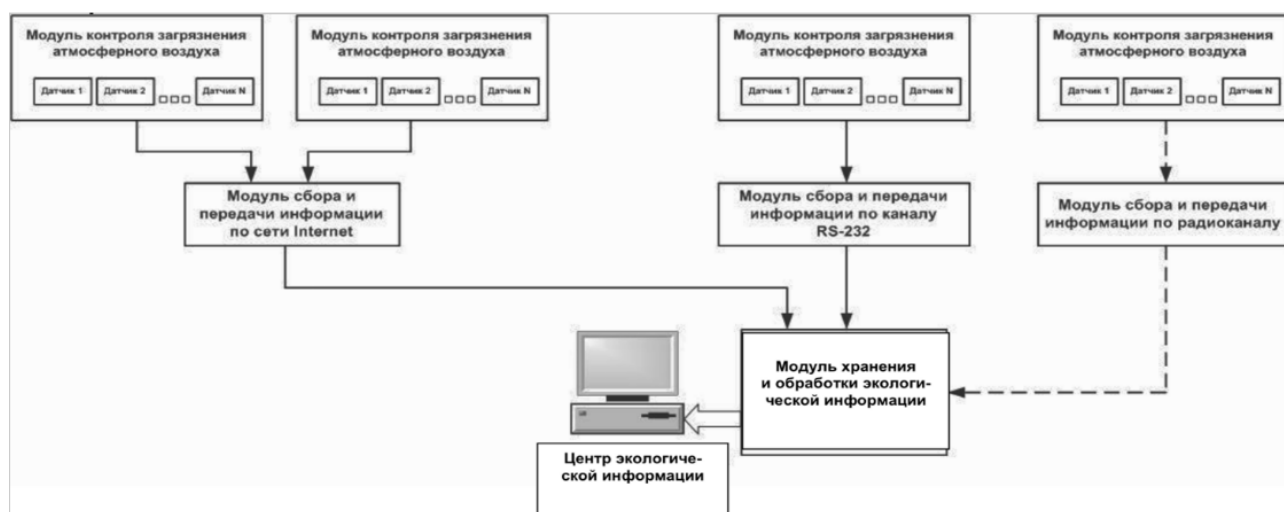


Схема системы экологического мониторинга

К системе мониторинга в общем случае должны предъявляться следующие

технические требования:

- система должна иметь распределенные по площади контролируемого района автоматизированные станции контроля, укомплектованные метеодатчиками, автоматическими газоанализаторами вредных веществ;
- количество станций зависит от требуемой точности определения и площади, на которой контролируется загрязнение воздуха;
- передача информации от сети станций контроля к центральной станции осуществляется по каналам связи.

Формирование полей концентраций загрязнителей в воздушном бассейне подлежащей мониторингу застроенной территории зависит как от параметров выбросов рассматриваемого источника, так и особенностей застройки и метеоусловий. Поэтому эффективная система экологического мониторинга должна включать разветвленную сеть непрерывно действующих датчиков контроля состава концентраций вредных веществ, а также метеопараметров.

Станции контроля такой системы с целью отбора представительного материала для осуществления статистической обработки должны располагаться по расчетной схеме на определенных участках контролируемого района так, чтобы при любом направлении ветра каждый из источников выбросов оставался в зоне координируемого системой контроля параметров качества воздушной среды.

Основные функции такой системы экологического мониторинга:

- измерение содержания вредных компонентов в воздухе застроенных территорий прежде всего: оксидов азота, оксидов углерода, диоксида серы и т.д.;
- измерение метеорологических параметров: скорости и направления ветра, влажности и температуры воздуха;
- сбор и передача информации;
- обработка информации на центральном пункте: индикация измерений; цветовая индикация превышения концентраций; отображение в виде графиков; архивирование; протоколирование; прогнозирование; сигнализация в случае превышения ПДК.

Описанная система экологического мониторинга работает на базе контроллера, совместимого с IBM PC, связанного посредством специальной платы-расширителя с выходными каналами автоматических газоанализаторов и датчиков метеопараметров. Сбор данных осуществляется посредством периодического опроса приборов с последующим усреднением показателей. Система обеспечивает возможность непосредственного диалога оператора станции мониторинга с оператором центра мониторинга.

### **Список литературы**

1. Белов И.В. Транспортная модель распространения газообразных примесей в атмосфере города / И.В. Белов, М.С. Беспалов, Л.В. Клочкова // Математическое моделирование. - 2000. - № 11. - С. 25-32.

2. Панарин В.М. Современные системы контроля загрязнения атмосферного воздуха промышленными предприятиями / В.М. Панарин, В.Г. Павпертов,

Г.В. Павпертов, А.А. Зуйкова - Москва - Тула. - 2004. - 128 с.

3. Соколов Э.М. Анализ и управление чрезвычайными ситуациями на химически опасных производственных объектах / Э.М. Соколов, В.М. Панарин, А.А. Зуйкова. - Тула: Изд-во ТулГУ, 2005. - 158 с.

4. Соколов Э.М. Компьютерное моделирование аварий с выбросом химически опасных веществ / Э.М. Соколов, В.М. Панарин, А.А. Зуйкова. - Тула: Изд-во ТулГУ, 2007. - 78 с.

## **АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МОДЕЛЕЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРЕ**

А.Е. Коряков, О.А. Ендовицкая  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Проведен анализ моделей распространения загрязняющих веществ в атмосфере. Изложены основные требования, предъявляемые к этим моделям и дана их классификация.

Прогнозирование распространения загрязняющих веществ в воздушной среде является очень актуальным на сегодняшний день. В первую очередь это относится к моделям загрязнения атмосферы, где явления переноса и трансформации загрязняющих веществ происходят наиболее динамично [4].

Моделирование распространения примесей в атмосферном воздухе промышленного города требует комплексного учета многих факторов, влияющих на качество атмосферы. Каждый из этих факторов имеет свои специфические особенности, что приводит к необходимости использования разных математических моделей и баз данных [1, 2].

Математические модели должны отвечать следующим основным требованиям:

- быстрая реализация расчетов по моделям в соответствии со скоростью протекания контролируемых процессов;
- максимальное использование имеющихся в системе исходных данных о технологическом процессе предприятия и источниках негативного воздействия на среду;
- ориентация на достаточно бедную с точки зрения ее пространственной и временной детальности измерительную информацию;
- устойчивость к неточностям измерительных данных, вызванным погрешностями измерений;
- адекватность общей оценки экологической обстановки, особенно с точки зрения степени опасности для населения.

Главным признаком для классификации моделей атмосферного переноса диффузии является то, эмпирический или теоретический характер носит модель. Одни модели опираются на простейшие и не слишком обоснованные

рассуждения при достижении соответствия экспериментальным данным, а в основу других положены фундаментальные уравнения теории диффузии со сложным математическим аппаратом [5].

Модели, созданные Паскуиллом и Гиффордом [3], в Институте экспериментальной метеорологии являются классическими образцами эмпирических моделей.

Вторым признаком для классификации является богатство учитываемых в модели физических процессов. В эмпирических моделях часто физика процессов почти не учитывается. В более сложных моделях учитывают законы движения воздуха и диффузии.

Третьим признаком для классификации является тип используемого математического аппарата. Эмпирические модели используют явные формулы, которые при реализации на компьютере не вызывают никаких затруднений, трудоемким является только ввод и вывод информации. Теоретические же модели чрезвычайно разнообразны по аппарату: от теории подобия и чисто аналитических выкладок до численного решения уравнений мезометеорологии с диффузией и трансформацией примесей как разностными методами, так и методом Монте-Карло.

Методы исследования метеорологического режима и загрязнения атмосферы городов делятся на следующие категории:

- эмпирико-статистические методы
- статистические методы
- аналоговое моделирование
- математическое моделирование

Статистические модели используются для расчета среднего загрязнения атмосферы. Эти методы расчета загрязнения основаны на использовании регрессии для описания связей обобщенных характеристик загрязнения воздуха с комплексом метеопараметров.

Математические модели делятся на две категории:  
энергетические модели;  
гидродинамические модели.

Моделирование распространения газообразных примесей в атмосфере городов осуществляется по четырем основным направлениям:

1. Использование статистических моделей распространения, основанных на функции распределения Гаусса. Данное направление заключается в использовании моделей распространения, предназначенных для ровной подстилающей поверхности, модифицированных путём введения эмпирических коэффициентов, учитывающих возможное перераспределение концентрации в застойных зонах вблизи зданий и сооружений.

2. Моделирование течений в уличных «каньонах» на основе решения транспортно-диффузионных уравнений.

3. Физическое моделирование в аэродинамических трубах. Эти эксперименты дают возможность оценить некоторые особенности распределения примеси в условиях застройки для таких метеорологических условий, которые

можно с той или иной точностью воспроизвести в аэродинамической трубе. При этом в трубах невозможно соблюсти подобие течения по достаточному набору критериев, например, число Рейнольдса одновременно с числом Росби. В то же время такой метод позволяет определить некоторые необходимые для моделирования параметры и дает возможность сравнения модели с измерениями, например, распределение воздушных потоков по улицам при различных направлениях ветра.

4. Построение моделей на основе комплексного подхода: сравнительного анализа результатов натуральных экспериментов, результатов численного моделирования и физического моделирования. При этом проводится анализ результатов натуральных экспериментов с результатами численного и физического моделирования с последующим построением параметрических моделей распределения примеси в уличных каньонах в зависимости от метеоусловий: скорости и направления ветра, температурной стратификации атмосферы, влажности и т. п.

Выбор конкретной модели (или моделей) определяется в конечном итоге целями прогнозирования и постановкой решаемой задачи прогнозирования.

### **Список литературы**

1. Белов И.В. Сравнительный анализ некоторых математических моделей для процессов распространения загрязнений в атмосфере / И.В. Белов, М.С. Беспалов, Л.В. Клочкова // Математическое моделирование. - 1999. - № 7. - С. 45-49.

2. Белов И.В. Транспортная модель распространения газообразных примесей в атмосфере города / И.В. Белов, М.С. Беспалов, Л.В. Клочкова // Математическое моделирование. - 2000. - № 11. - С. 25-32.

3. Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнений атмосферы / М.Е. Берлянд. - Л.: Гидрометеиздат, 1985. - 272 с.

4. Бржозовский Б.М. Актуальные вопросы современной экологии. Мониторинг атмосферного воздуха / Б.М. Бржозовский, В.В. Мартынов, С.Я. Приказчиков. - Саратов: Изд-во СГТУ, 1997. - 44 с.

5. Бызова Н.Л. Экспериментальные исследования атмосферной диффузии и расчет распространения примеси / Н.Л. Бызова, Е.К. Гаргер, В.Н. Иванов. - Л.: Гидрометеиздат, 1991. - 231 с.

## **ДИНАМИКА ОБРАЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ ПО ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ**

А.Е. Коряков, И.В. Никитина  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье рассматривается проблема накопления отходов производства и потребления, которая является одной из основных угроз экологической безопасности как для России в целом, так и для Тульской области в частности. Приведена классификация

*отходов по различным признакам и характеристикам. Выполнен анализ причин возникновения отходов.*

Отходы – это вещества или предметы, которые образованы в процессе производства, выполнения работ, оказания услуг или в процессе потребления, которые удаляются, предназначены для удаления или подлежат удалению в соответствии с настоящим Федеральным законом. Удаление отходов подразумевает сформированную технологическую процедуру, которая включает в себя сбор, транспортировку, переработку, складирование и обеспечение безопасного хранения отходов. Главными источниками образования отходов считаются:

- жилые регионы и бытовые предприятия, производящие бытовой мусор, отходы жизнедеятельности, предприятий сферы обслуживания;
- промышленные предприятия, в результате работы которых в окружающую среду попадают опасные и вредные для нее вещества и материалы, химические соединения и биологические агенты;
- теплоэнергетика обеспечивает кроме образования массы шлаков при сжигании каменного угля высокое содержание пыли (сажи), несгоревших частиц NOx, SOx и радиоактивных элементов (уран);
- сельское хозяйство загрязняет грунт чрезмерным количеством удобрений и ядохимикатов;
- транспорт – при работе ДВС интенсивно выделяется NOx, Pb, углеводороды и др. вещества, оседающие в конечном итоге на почве и поглощающиеся растениями; в выхлопных газах автомобилей содержится порядка 40 химических веществ, большинство из которых токсично; следы свинца находят в растениях, находящихся в 100 м от трассы; в прилегающих к дорогам поверхностях почвы обнаружены также никель, цинк и др. тяжелые металлы.

Процедура естественного самоочищения в природе осуществляется медленно и только в тех случаях, если в данном процессе динамично принимают участие бактерии, грибы, простейшие микроорганизмы. О размахах химических загрязнений возможно рассуждать согласно следующим сведениям: в интервале 1870-1970 гг. на землю осело более  $20 \cdot 10^9$  т шлаков,  $3 \cdot 10^9$  т золы, выбросы цинка и сурьмы составили более  $600 \cdot 10^3$  т, мышьяка  $1,5 \cdot 10^6$  т, кобальта – более  $0,9 \cdot 10^6$  т; ежегодно от переработки и добычи минерального сырья образуется около  $8,5 \cdot 10^9$  т твердых отходов. Особенную угрозу окружающей среде наносят радиоактивные отходы. Последствиями Чернобыльской аварии считаются загрязнения большой территории европейской части России, Украины, Белоруссии и Части Европы Cs-137.

В Российской Федерации очень сложно найти точные и современные данные количества образующихся отходов на душу населения, так как их официальный учет ведется очень плохо.

В официальных ежегодных Государственных докладах «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации» содержатся лишь данные об общем количестве образовавшихся отходов производства и потребления (например, 3,9 млрд. т за 2007 г.) и о процентном распределении отходов по



классам их опасности, так к 1-3 классам опасности относится 0,3 % всех образующихся в стране отходов, к четвертому – 7,1 %, к пятому – 92,6 %.

Количество образующихся ТБО постоянно увеличивается: это связано с ростом количества жителей и образом их жизни. Люди стали использовать много упаковочных материалов. Усредненный международный рост числа ТБО составляет 1,2-1,8 % в год.

Единый объем ТБО в населенных пунктах нашей страны является порядка 150 млн. м<sup>3</sup> (30 млн. т) в год.

Установлено более тридцати методов обезвреживания ТБО. В общемировой практике широко используют четыре основных метода: захоронение на свалках (полигонах), сжигание, рециклинг и компостирование. Большой объем всех образующихся отходов продолжают вывозить на полигоны. По данным Евростата, в среднем по 27 странам ЕС, на полигоны вывозят 40 % ТБО, сжигают – 20 %, перерабатывают – 23 % и компостируют – 17 %. Все же, как видно на рисунке 1, способы обезвреживания отходов на государственном уровне каждой из стран различен и обуславливается уровнем экономического развития государства. Если в Германии на полигоны поступает 1 % ТБО, в Австрии – 3 %, то в Болгарии продолжают захоранивать 100 % образующихся отходов. В США захоранивают около 70 % ТБО, в России более 90 %.

Каждый из способов обладает своими преимуществами и недостатками, своей областью применения, которые зависят от морфологического и химического состава ТБО.

В наше время вопрос накопления отходов производства и потребления считается одной из ключевых угроз экологической безопасности как для России, так и для Тульской области. Постоянно увеличиваются размеры образования отходов, возрастает количество несанкционированных свалок. Каждый год к уже накопленным 80 млн. тонн отходов добавляется 2 млн. тонн, которые в связи с отсутствием доступных технологий их переработки не используются. В 2010 году на территории области образовалось 2,329 млн. тонн отходов производства и потребления 1-5 классов опасности, из них использовано и обезврежено 46 %.

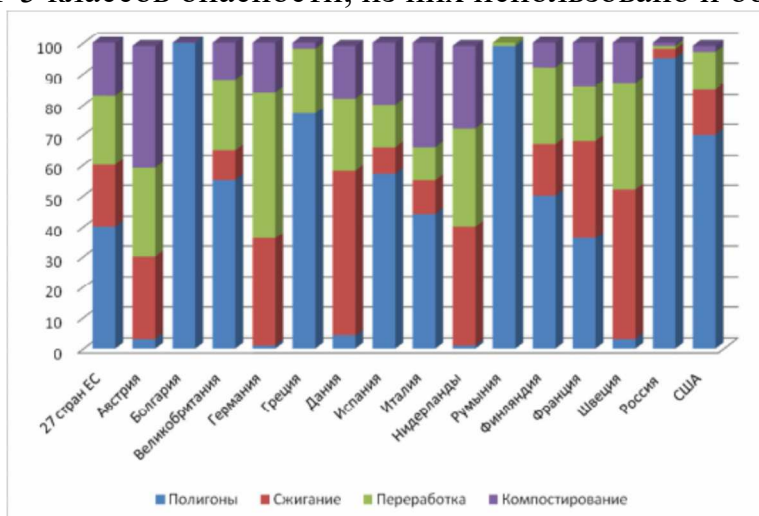


Рис.1. Способы обезвреживания ТБО в разных странах, %  
Динамика образования отходов производства и потребления по Тульской области

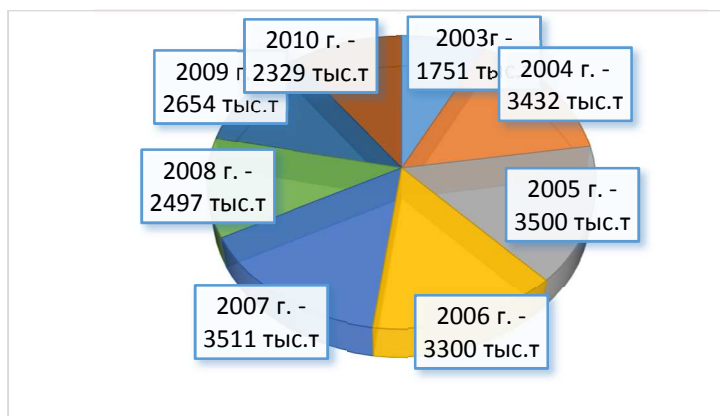


Рис.2. Динамика образования отходов производства и потребления по Тульской области

Наиболее популярным методом размещения отходов остается захоронение несортированных отходов на полигонах и свалках. Согласно отчетным сведениям в Тульской области существует 35 обустроенных в соответствии с действующим законодательством мест размещения отходов (полигоны). На полигоны и свалки попадает около 85 % отходов, 5 % отходов проходит вторичную переработку, приблизительно 10 % потеряется при транспортировке. Это сводится к безвозвратной потере до 90 % полезной продукции, пользующейся спросом на рынке вторичного сырья.

Накопление отходов представляет большой экологический и экономический ущерб. Отходы обладают токсичными действиями, представляют собой источники загрязнения окружающей среды. Функционирующие полигоны не справляются с большой нагрузкой. Значительная доля имеющихся полигонов складирования отходов не соответствует действующим санитарно-эпидемиологическим требованиям. Полигоны эксплуатируются без утвержденных проектов и схем последующей рекультивации земель.

Места размещения отходов используют огромные территории, порой подходящие для использования в сельском хозяйстве. Нарушение природоохранных требований в области обращения с отходами приводит к загрязнению воздушного и водного бассейнов, аккумуляции вредных веществ в почве, грунтовых водах, являющимися факторами риска среды обитания, влияющими на качество жизни и здоровья населения.

В Тульской области не имеется инновационных мощностей по переработке отходов, это является ограничением для развития ряда территорий области.

Значительную угрозу для здоровья людей и окружающей природной среды предполагают пестициды, которые хранятся на складах сельскохозяйственных предприятий Тульской области и агрохимикаты, которые запрещены к применению и пришедшие в негодность, общий объем которых составляет более 350 тонн.

Нет необходимости осуществлять глубокие исследования появления отходов среди нас. Мусор формируют люди и машины, какие работают на людей. Само наличие мусора считается неотделимой составляющей жизни человека, как мусор является упаковкой товаров, потребляемых людьми. Население распаковывают изделия потребляя их сущность и создавая мусор.

Мусор давно не считается бедствием. В цивилизованных государствах обширно распространены заводы по утилизации отходов, которые позволяют извлекать выгоду из переработки мусора. Однако в развивающихся государствах обстановка с мусором совершенно другая. Например, большая часть государств западной и центральной Африки не понимают, как появляется мусор и куда его поместить. По этой причине невольно существуют в окружении упаковки и пластиковых бутылок, используя их в своем быту.

Помимо мусора, созданного людьми вокруг себя, имеется и удаленный мусор, к примеру, в космосе, под землей и водой. Людям характерно избавляться от мусора. В случае если человек не наблюдает мусор около себя, это означает что его нет. Вот по какой причине на орбите нашей Земли большое количество фрагментов старых летальных аппаратов, а под водой существуют захоронения радиоактивного мусора.

### **Список литературы**

1. *Постановление от 28 февраля 2012 г. №83 «Об утверждении государственной программы Тульской области «Охрана окружающей среды Тульской области», 2011 г.*
2. *Экологические проблемы Тульской области / orgtula.ru.*
3. *Ихер Т.П. Экологические проблемы Тульского региона. В сб.: «Единая система экологического образования и воспитания»: Учебно-методическое пособие., Тула, 2006.*
4. *Экологические проблемы регионов России, Тульская область. Информ. Выпуск, 2, М. 2005.*
5. *Мазур В.С. Экология Тульской области, 2007. - 200с.*

## **ПЛАНИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В ОРГАНИЗАЦИИ**

И.С. Чекмазова, Н.Н. Афанасьева  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

***Аннотация.** Выделяются и описываются характерные особенности планирования и прогнозирования природопользования. Представлено обоснование экологической безопасности.*

Значительное место в хозяйственном механизме природопользования отводится прогнозированию и планированию природоохранной деятельности и рациональному использованию природных ресурсов (или эколого-экономическому прогнозированию и планированию). Одна из немаловажных особенностей разработки плана-прогноза природопользования состоит в том, что объектом планирования являются не только социально-экономические, но и природные процессы и явления.

Природа, как известно, инерционна, консервативна, изменения в ней происходят заметно медленнее, чем в социальной жизни. В связи с этим очень

большое значение приобретает заблаговременное предвидение вероятных последствий антропогенного воздействия на окружающую среду, а также составление долгосрочных программ и прогнозов, в которых определяется экологическая стратегия хозяйственного развития. Такой прогноз подразумевает прежде всего определение основных направлений и масштабов воздействия хозяйственной деятельности на качество окружающей среды, рассматриваемой как важнейшее условие жизни людей и устойчивого экономического роста.

Сущность процесса природопользования можно изобразить в виде схемы (рисунок). Присваивая вещество природы, модифицируя его через производственный процесс, человек удовлетворяет свои физические и духовные потребности. На первых стадиях хозяйственной деятельности человек по понятным факторам не наносил заметного ущерба окружающей среде. Но по мере роста могущества человека его вмешательство в природу стало причинять ей заметный ущерб. Примером тому могут быть различные экологические проблемы регионального и даже глобального уровня (проблемы Волжского бассейна, Арала, изменение климата, кислотные дожди).

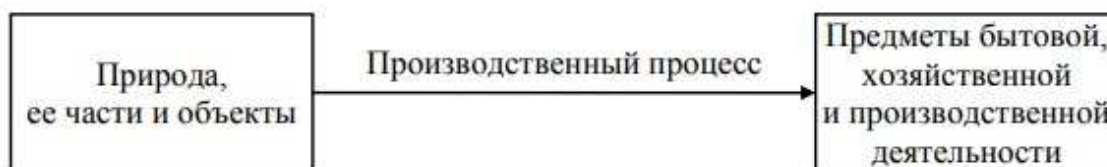


Схема взаимодействия человека и природы

При всестороннем изучении возникающих проблем обнаруживается, что они имеют не только чисто экологическую составляющую, но и экономическую. Так, вырастают наши расходы на приведение разрушенных или загрязненных природных объектов в надлежащее состояние, увеличиваются затраты на сохранение и восстановление здоровья населения, многие природные объекты, имеющие большое социальное значение, теряют свои рекреационные свойства. Следовательно, многие, если не все, экологические проблемы неминуемо перерастают в экономические. По этой причине важна всесторонняя оценка экологических, природоохранных и экономических последствий нашего вмешательства в природную среду. Сделать это можно на основе прогнозирования.

Под прогнозированием природопользования следует понимать научно аргументированные суждения о возможных состояниях природных объектов или же явлений в будущем и методах воздействия на них с целью придания им необходимых свойств или направлений развития [4].

Необходимость прогнозирования природопользования следует рассматривать с двух точек зрения: 1) экологии, охраны окружающей среды; 2) экономики.

Обе точки зрения не исключают, а дополняют друг друга.

С точки зрения экологии и охраны окружающей среды необходимость в прогнозировании природопользования состоит в оценке последствий антропогенных изменений окружающей среды как для человека, так и для

биосферы в целом, а также в обосновании стратегических направлений взаимодействия человека с природой.

С точки зрения экономики необходимость в прогнозировании природопользования состоит в повышении экономической эффективности использования финансовых, материальных и трудовых ресурсов как в производственной, так и в природоохранной сферах.

Цель прогнозирования природопользования заключается в оценке последствий антропогенной деятельности и повышении ее эколого-экономической эффективности на основе использования прогнозной информации.

Задачами прогнозирования природопользования являются: 1) оценка последствий загрязнения окружающей среды; 2) оценка последствий вмешательства в окружающую среду; 3) прогнозирование естественного хода развития природных процессов; 4) прогнозная оценка природно-ресурсного потенциала; 5) поиск путей коэволюции человека и природы.

Фундаментальной первопричиной происхождения неблагоприятных изменений в окружающей среде служит производственная деятельность предприятий. Оттого планирование природопользования изначально должно производиться на предприятиях. Они обязаны на плановой основе осуществлять мероприятия по предотвращению загрязнения окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов.

В современных условиях к планам рационального природопользования предъявляется ряд требований. Во-первых, они должны согласоваться с планами развития производства. Потребность соблюдения данного условия определена тем, что если уровень природоохранной деятельности отстает от производственной, то это становится причиной увеличения негативного воздействия на окружающую среду. Но если все-таки вложения в природоохранную деятельность опережают темпы развития предприятия, то это сокращает результативность основного производства.

Во-вторых, планы предприятий в обязательном порядке обязаны согласовываться с местными органами власти и государственными природоохранными структурами, отвечающими за состояние окружающей среды в регионе. Соблюдение этого условия важно, потому что отдельные экологические проблемы конкретных предприятий могут обладать меньшим значением для региона в целом, и наоборот. Координация планов позволяет принять во внимание интересы предприятий и региона и создает предпосылки для соблюдения приоритетов в разрешении территориальных природоохранных проблем.

В-третьих, планы предприятий должны быть реальны, обоснованы и обеспечены разного рода ресурсами. Учет данного положения обусловлен недооценкой значения природоохранной деятельности и сохранением на ряде предприятий практики ее финансирования по остаточному принципу.

Планирование природоохранной деятельности на предприятиях, в зависимости от их влияния на окружающую среду, должно производиться по

следующим направлениям: внедрение природоохранных и ресурсосберегающих технологий; сокращение содержания в выбросах и сбросах веществ, загрязняющих окружающую среду; сокращение удельных норм потребления ресурсов; увеличение производительности работ природоохранного оборудования; улучшение способов, методов и направлений утилизации отходов; восстановление природных объектов, а также их свойств и качеств.

Работа по упомянутым направлениям содержит в себе два основных типа мероприятий.

1. Мероприятия, не снижающие приток загрязняющих веществ в окружающую среду, но позволяющие поменять характер их распространения, либо нейтрализовать: использование метода разбавления (строительство высоких и сверхвысоких труб, разбавление жидких стоков); нейтрализация выбросов, их захоронение или консервация; создание санитарных зон вокруг промышленных предприятий, озеленение городов и поселков; оптимальное размещение промышленных объектов, населенных пунктов, рациональная планировка городской застройки.

2. Мероприятия, снижающие приток загрязняющих веществ в окружающую среду: совершенствование технологических процессов, внедрение малоотходных технологий; изменение состава и улучшение качества исходного сырья; комплексное использование сырья; установка очистных сооружений с последующей утилизацией уловленных веществ; прекращение выбросов при неблагоприятных климатических условиях.

Успешное решение проблем социально-экономического развития страны обусловлено во многом решением проблем рационального природопользования, причем это не только решение экологических проблем, имеющих сегодня повсеместный характер, но и коренное переустройство экономики природопользования. Чтобы этого достичь, нужно преодолеть сложившуюся десятилетиями практику, когда в системе международного разделения труда страна была «природовывозящей» и создать действенную систему рационального природопользования на всех уровнях деятельности. Прежде всего, это достижение возмездного природопользования, так как темпы изъятия природных ресурсов, использование свойств и качеств объектов природы намного превысили предел самовосстановления, самовоспроизводства, самоочищения природных комплексов.

Методы достижения этой цели также очевидны – во-первых, это преодоление ведомственного подхода к использованию природных ресурсов и объектов, достижение комплексного их использования на основе внедрения достижений научно-технического прогресса в технике (малоотходные технологии) и организация природопользования по принципу повторно-последовательного использования природных ресурсов при оптимальном территориальном сочетании. Во-вторых, это оптимизация в системе взаимообусловленных закономерностей, т.е. удовлетворение потребностей в природных ресурсах, свойствах и качествах объектов природы, сохранение и приумножение природно-ресурсного потенциала, а также достижение

обоснованных темпов и пропорций между элементами рационального природопользования на основе реального планирования, прогнозирования.

### Список литературы

1. Алимов А.А. Экологическая безопасность и мировая политика: что происходит, кто виноват и что делать? / А.А. Алимов // Вестник МГИМО-Университета. – 2011. – № 4. – С. 226–232.

2. Елькина Л.Г. Управление экологической безопасностью: принципы, способы и формы организации на предприятии / Л.Г. Елькина, Р.Р. Набиуллина // Вестник УГАТУ. Экономические науки. Вып.1. 2009. – 200 с.

3. Конык О.А. Экономика и прогнозирование промышленного природопользования: учебное пособие – Сыктывкар: СЛИ, 2013. – Загл. с экрана [Электронный ресурс] URL: <http://lib.sfi.komi.com>. (дата обращения 16.11.2019).

4. Котова Т.В. Роль и значение статистических показателей в оценке экологической безопасности / Т.В. Котова, Е.А. Косарева // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2005. – № 4(27). – С. 161–167

5. Овсянников Ю.А. Прогнозирование и планирование природопользования [Текст]: учеб. пособие / Ю.А. Овсянников, Я.Я. Яндыганов; Федер. агентство по образованию, Урал. гос. экон. ун-т. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2008. – 129 с.

## ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

М.С. Ивлиева, Н.Н. Афанасьева  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Рассмотрены вопросы, касающиеся международного сотрудничества в природоохранной деятельности. Выявлены предпосылки формирования международного сотрудничества; основные задачи, решаемые на международном уровне по экологическому направлению. Приведена координация деятельности общественных организаций и объединений; приведены примеры международного сотрудничества Российской Федерации.

В настоящее время экологическая проблематика все чаще выходит на первое место в международных отношениях. Учитывая, что большинство используемых природных ресурсов имеют пределы и являются невозобновляемыми, с течением времени эта проблема обостряется. Невозможность решить глобальные экологические проблемы усилиями одной страны способствовала пересмотру приоритетов внешней политики государств и экологизации международных отношений.

Под международным сотрудничеством понимаются все направления и формы межгосударственных и межучрежденческих контактов в области охраны окружающей природной среды [2].

В правительственных мерах большинства стран начали сочетаться ресурсоохранные мероприятия и производство конкурентоспособных экологически чистых товаров. Международное экологическое сотрудничество стало необходимым направлением деятельности любого государства [1]. Помимо этого, участие в международном экологическом сотрудничестве рассматривается как необходимый элемент укрепления безопасности страны.

Осознание проблем, связанных с формированием новой модели развития человечества, акцентированной на принятии комплекса мер по предотвращению глобального экологического кризиса, привело к формированию во второй половине XX века международного права окружающей среды (международного экологического права).

Основными предпосылками для его формирования стали:

- осознание единства глобальной экосистемы, которая уже не может рассматриваться в рамках административных границ государств, а требует межгосударственного подхода к своей охране;
- социальная значимость природных ресурсов, как традиционно используемых для добычи (полезные природные ископаемые) и в целях потребления (водные ресурсы), так и атмосферных газовых ресурсов, ресурсов Мирового океана, климатических, рекреационных и т.д.;
- необходимость создания экологически обусловленного механизма обеспечения мира и безопасности, ограничения военных конфликтов, гонки вооружений и распространения различных видов оружия;
- интеграция мировой экономики, возрастающие трансграничные материальные потоки (сырье, продукция, отходы, загрязнения).

Предпосылкой международного сотрудничества в решении глобальных экологических проблем является, прежде всего, сама биосфера, ее единство, которое требует совместных действий как при воздействии на нее, так и при ее охране.

К основным задачам, которые решаются на современном этапе развития человечества с помощью международного сотрудничества, могут быть отнесены следующие:

- укрепление национальных и международных учреждений в области охраны окружающей природной среды;
- развитие институциональных способностей по разработке и реализации эффективной политики в области охраны окружающей среды;
- реформирование и укрепление политики в области охраны окружающей среды;
- повышение компетентности и способностей учреждений в области охраны окружающей среды и привлечение внимания политиков к экологическим проблемам;
- разработка механизмов обеспечения доступа общественности к экологической информации и общественного участия в принятии решений по вопросам, касающимся охраны окружающей среды и экологической безопасности;



- разработка и корректировка законодательства в области охраны окружающей среды в рамках международного права;
- определение приоритетов и целей в области охраны окружающей среды;
- политическая интеграция как инструмент укрепления взаимосвязи между окружающей средой, рациональным использованием природных ресурсов и экономикой;
- повышение государственных ассигнований для решения экологических проблем и природоохранной деятельности;
- внедрение экологических критериев и инструментов в процессы принятия хозяйственных и иных управленческих решений.

Международные организации, занимающиеся природоохранной деятельностью, позволяют объединить природоохранительную деятельность всех заинтересованных государств независимо от их политических позиций, определенным образом вычлняя и подчеркивая экологические проблемы из всей совокупности политических, экономических и других международных проблем. По признаку пространственной сферы полномочий или субъектно-территориальному признаку различаются организации глобальные и региональные (субрегиональные) [3].

Важную роль в области ООС играют и активно занимаются организацией исследований окружающей среды и ее ресурсов специализированные учреждения ООН: ЮНЕП, ЮНЕСКО, ФАО, ВМО, МАГАТЭ, ГРИНПИС.

Международно-правовое сотрудничество Российской Федерации в области охраны окружающей среды осуществляется по различным направлениям.

Первое направление заключается в участии в международных конференциях по охране окружающей среды. Например, Россия участвовала и в Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро, где были одобрены Концепции перехода Российской Федерации на модель устойчивого развития, обсуждались вопросы по долгосрочной программе дальнейших действий в глобальном масштабе («Повестка дня на XXI век»), принципы в отношении рационального использования, сохранения и освоения всех видов лесов.

Вторым направлением международного сотрудничества выступают международные организации в области охраны окружающей среды:

- Международная экологическая организация WWF в России регулирует и совершенствует правовую базу, снимает нагрузку на природную среду и рациональное использование ресурсов в нефтяной и газовой промышленности; предотвращает влияние человеческой деятельности на изменение климатических условий на планете, проводит мероприятия по предотвращению вырубки лесов и сохранению биоразнообразия, охраняет исчезающие виды животных;

- Морской попечительский совет. Приоритетным направлением совета в России является разработка и внедрение сертификации на управление

биологическими ресурсами морских территорий; недопущение чрезмерного вылова рыбы и защита редких видов морских обитателей;

- Международная сеть по возобновляемым источникам энергии. В России ведёт работы по созданию высокоэффективных систем и процессов, возобновляемых источников энергии; организацией также разработана программа энергосбережения и возобновления источников энергии;

- АНТКОМ – экологическая организация, созданная на основе конвенции по сохранению Антарктики и её морских биологических ресурсов;

- ГРИНПИС. В России активисты ведут множество крупных и мелких проектов, проводят независимые экологические экспертизы, выезжают на места аварий и осуществляют забор проб (например, очищение р. Невы в Санкт-Петербурге).

- ЮНЕП. Россия активно сотрудничает в области охраны окружающей среды с ЮНЕП и с другими организациями по вопросам выработки стратегии защиты от загрязнения, создания системы глобального мониторинга, борьбы с опустыниванием и др.

Третье направление международного сотрудничества – это участие Российской Федерации в совместных международных проектах и в разработке международно-правовых документов в области охраны окружающей среды [6]. Так, например, сотрудничество в рамках Конвенции ООН по морскому праву (1982 г.) и по другим соглашениям и договорам об охране Мирового океана. На основе межправительственных соглашений развивается двустороннее сотрудничество со всеми пограничными странами, включая государства СНГ, а также с США, Великобританией, Францией, Китаем и другими государствами. Наиболее плодотворно в настоящее время развивается российско-американское сотрудничество (проблема озера Байкал, мероприятия по регулированию качества воды, организация заповедников и др.), российско-германские связи (экологические проблемы в регионах, район озера Байкал, обмен радиологической информацией и др.), а также сотрудничество со Скандинавскими странами (экологически безопасные технологии, строительство водоочистных сооружений, охраняемые территории на Карельском перешейке).

Сотрудничество Российской Федерации по реализации международных договоров зависит от их вида и осуществляется различными специально уполномоченными органами. В области охраны окружающей среды это: Министерство природных ресурсов РФ, Министерство иностранных дел РФ, Министерство науки, промышленности и технологий РФ, Министерство сельского хозяйства РФ, Министерство атомной промышленности РФ и другие, которые координируют в свою очередь деятельность подведомственных им структур (отраслевых институтов и организаций, заповедников, подразделений РАН и т.д.). Особая роль в природоохранном сотрудничестве принадлежит также Министерству обороны РФ [7].

Двустороннее сотрудничество РФ реализуется через рабочие органы, формируемые указанными федеральными ведомствами. Такими органами могут являться: смешанные и совместные комиссии, координационные советы,

комитеты, рабочие группы и т.д. Работа этих органов основывается на межправительственных соглашениях. В настоящее время подобные соглашения заключены с Республикой Беларусь, подготовлены проекты или находятся в процессе обсуждения межправительственные Соглашения по охране окружающей среды с большинством стран СНГ (по линии Министерства природных ресурсов). Идет постоянное взаимодействие с природоохранными службами США (Агентство по охране окружающей среды), Германии (Федеральное министерство окружающей среды и безопасности ядерных реакторов), Нидерландов (Минприроды) и др.

Принятие многих документов на международном уровне связано с активной ролью международных межправительственных и неправительственных организаций, рассматриваемых в качестве субъектов международного права окружающей природной среды.

Таким образом, участие России в деятельности международных природоохранных организаций имеет важное значение, поскольку определяет формирование бережного отношения к природным ресурсам.

Завершая анализ основных направлений международного сотрудничества Российской Федерации в природоохранной деятельности, следует сказать, что структура, функции и задачи постоянно совершенствуются. Кроме того, одни направления международных отношений будут развиваться, другие упраздняться. На смену последним возможен и необходим приход структур более совершенных и более современных. При этом на данном этапе развития природоохранного движения самым важным является взаимодействие между различными международными организациями, занимающимися охраной, мониторингом и исследованиями окружающей среды.

### Список литературы

1. *Высторобец Е.А. Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды и природных ресурсов: справочное пособие / Е.А. Высторобец. – М.: МНЭПУ, 2000. – 80 с.*
2. *Иметхенов А.Б. Экология, охрана природы и природопользование: Справочное издание / А.И. Куликов, А.А. Атутов, под ред. Иметхенов А.Б. - Улан-Удэ, 2001. – 362 с.*
3. *Арустамов Э.А. Природопользование / Э.А. Арустамов. - М.; 2000.*
4. *Демина Т.А. Экология, природопользование, охрана окружающей среды / Т.А. Демина. - М.: Аспект Пресс, 2000.*
5. *Осипов В.А. Социально-экономические проблемы управления природопользованием: Концептуальный аспект. Монография / В.А. Осипов. - Тюмень, 1999 - 248 с.*
6. *Бобылёв А.И., Ивакин В.И. Журнал «Аграрное и земельное право», статья - СЗ РФ №133, 2002 г.*
7. *Тимошенко А.С. Международное сотрудничество по охране окружающей среды и системе ООН - Москва, 1981- 131 с.*

# СИСТЕМА ПЛАТНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И ЕЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

И.А. Живогляд, Н.Н. Афанасьева  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье раскрывается проблема системы платного природопользования в РФ. Анализируется понятие «платность природопользования», рассматриваются виды негативного воздействия на окружающую среду и системы платежей. Приведены перспективы и преимущества платного природопользования.

Платность природопользования – это важнейший принцип экономического регулирования лицензируемых видов природопользования. Система платежей за природные ресурсы начала формироваться в семидесятые годы прошлого столетия. В 1991 году принцип «платности использования ресурсов» был закреплен как основополагающий в законе «Об охране окружающей природной среды» от 19.12.1991 № 2060-1.

Цель введения платного природопользования:

- рациональное и комплексное использование природных ресурсов,
- улучшение охраны окружающей среды,
- выравнивание социально-экономических условий хозяйствования при использовании природных ресурсов,
- формирование специальных фондов финансирования по охране и воспроизводству природных ресурсов [1].

Все платежи в рассматриваемой сфере можно разделить на плату за использование природных ресурсов и плату за негативное воздействие на окружающую среду.

К видам негативного воздействия на окружающую среду относятся:

- выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ и иных веществ;
- сбросы загрязняющих веществ, иных веществ и микроорганизмов в поверхностные водные объекты, подземные водные объекты и на водосборные площади;
- загрязнение недр, почв;
- размещение отходов производства и потребления;
- загрязнение окружающей среды шумом, теплом, электромагнитными, ионизирующими и другими видами физических воздействий;
- иные виды негативного воздействия на окружающую среду.

Порядок исчисления и взимания платы за негативное воздействие на окружающую среду устанавливается законодательством Российской Федерации. Причем внесение вышеуказанной платы не освобождает субъектов хозяйственной и иной деятельности от выполнения мероприятий по охране окружающей среды и возмещения вреда окружающей среде [2].

Плата за использование природных ресурсов (землю, недра, воду, лес и иную растительность, животный мир, рекреационные и другие природные

ресурсы) регулируется соответствующими природноресурсными законодательными актами.

Плата взимается:

- за право пользования природными ресурсами в пределах установленных лимитов;

- за сверхлимитное и нерациональное использование природных ресурсов;

- на воспроизводство и охрану природных ресурсов [2].

Система платежей за природные ресурсы РФ представлена на рисунке [3].



Система платежей за природные ресурсы в Российской Федерации

Платежи за природные ресурсы разделены между федеральным и местным бюджетами. В соответствии с Налоговым кодексом РФ к федеральным платежам отнесены: водный налог; налог на добычу полезных ископаемых; сборы за пользование объектами животного мира и объектами водных биологических ресурсов. К местным налогам относится земельный налог. Поступающие налоги распределяются между бюджетами в пропорциях, установленных законодательством.

В настоящее время плата за природные ресурсы в России существенно занижена. К примеру, плата (за древесину на корню) составляет 5 % от стоимости древесины; более половины ее идет на экспорт, где плата составляет 40 % стоимости древесины. В результате, несмотря на достаточно большое число ресурсных платежей, поступления от них в консолидированный бюджет Российской Федерации в 2008 г. составили около 12 % всех налоговых и неналоговых доходов (1938,9 млрд. руб.), а основные поступления в бюджет составляют косвенные налоги: акцизы, налог на прибыль, НДС и т.п. [4].

В современных условиях, когда изменилась практика ценообразования, экономические оценки приобретают все более индивидуальный характер и должны строиться с учетом очень различных факторов, включающих не только

затраты предприятия, но и другие показатели (эффективность освоения природного ресурса, конъюнктура рынка, наличие инвестора, банковский процент и пр.). Применение платы за право пользования природными ресурсами на основе их экономических оценок может существенно повысить экономическую заинтересованность предприятий в интенсификации использования природных ресурсов, внедрении новых, в том числе безотходных, технологических схем [5].

В перспективе доходная часть бюджетов, особенно территорий с сырьевой ориентацией, должна будет формироваться преимущественно или даже почти исключительно за счет платежей за природные ресурсы. Переход к устойчивому развитию потребует, как минимум на порядок увеличить долю платежей за природные ресурсы в структуре доходной части государственных бюджетов. Без таких глубоких изменений любая деятельность по охране окружающей среды и рациональному использованию, охране и воспроизводству природных ресурсов не принесет успеха, если под ним понимать предотвращение глобальной экологической катастрофы и переход страны к устойчивому типу развития. Пока природно-ресурсный фактор остается недооцененным, действующий экономический механизм будет стимулировать нерациональное природопользование [5].

Когда речь идет о платном природопользовании, ставится вопрос не о производственных отношениях людей по поводу справедливого распределения результатов природопользования, а о рациональном использовании природных ресурсов как одного из решающих факторов производства, об оптимизации параметров природопользования с точки зрения достижения наилучших социально-эколого-экономических результатов при использовании природных ресурсов страны. В такой постановке вопроса природные условия и ресурсы не могут оставаться вне товарно-денежных отношений. Они как потребительские стоимости, как один из основных видов производственных ресурсов должны оцениваться с точки зрения повышения производительности общественного труда и эффективности производства.

Принципы платного природопользования имеют очевидные преимущества (по сравнению с бесплатным) с точки зрения повышения социально-экономической эффективности пользования природными ресурсами. Поэтому при теоретическом обосновании целесообразности применения следует исходить из теории предельной полезности и ее современных модификаций. Такой модификацией является теория ординалистической полезности, представители которой (Паретто В. и Хикс Дж.; Слуцкий и Дж. Никс) взамен понятия предельной полезности вводят категории предельной нормы эластичности, эффективности, замещения одного блага другим [6].

Обоснованием принципов платного природопользования могут служить также теория рент, теория компенсации и другие новейшие теории современной эконометрии. Только исходя из вышеназванных неклассовых теорий, представляется возможным обосновать более или менее стройную теорию платного природопользования, оптимальные ее параметры. При этом принцип

справедливого распределения результатов использования природных ресурсов выступает как один из основных факторов повышения социально-экономической эффективности производства, но не более [6].

Таким образом, опыт стран с развитой рыночной экономикой свидетельствует о практической целесообразности применения принципа платного природопользования с точки зрения рачительного, экономного использования природных ресурсов страны. Очевидно то, что платное пользование природными ресурсами помогает решить экологические задачи, направленные на эффективное использование ресурсов природы и обеспечивает материальную заинтересованность со стороны непосредственных природопользователей.

### Список литературы

1. [https://studopedia.su/5\\_61135\\_sistema-platzhey-za-ispolzovanie-prirodnih-resursov.html](https://studopedia.su/5_61135_sistema-platzhey-za-ispolzovanie-prirodnih-resursov.html)
2. <https://lib.sale/ekologicheskoe-pravo-uchebnik/plata-prirodopolzovanie-83324.html>
3. <https://studopedia.info/10-36076.html>
4. [https://studref.com/428580/ekonomika/sistema\\_platnogo\\_prirodopolzovaniya\\_effektivnost](https://studref.com/428580/ekonomika/sistema_platnogo_prirodopolzovaniya_effektivnost)
5. Шевчук А. В. Экономика природопользования (теория и практика). – М.: НИИ-Природа, 1999.
6. Медведева, О.С., Вакула М.А. Правовые и экономические основы применения современной методологии стоимостной оценки ущерба, причиняемого окружающей среде и природным ресурсам // Экол. вестн. России. – 2007. – №4. – С.22–25.

## МЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

### ВЛИЯНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ НА РАЗВИТИЕ САХАРНОГО ДИАБЕТА

И.Н. Капитова, Л.П. Романова, Н.В. Толмачева,  
Ж.В. Маслова, Г.В. Воронова, Т.Ю. Винокур  
Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова,  
г. Чебоксары

*Аннотация.* Исследовали влияние микроэлементов питьевой воды на развитие сахарного диабета. Установлено, что высокая заболеваемость населения сахарным диабетом имеет место в Алатырском и Поречском районах, полностью входящих в кремниевый биогеохимический субрегион Чувашской Республики. Отмечено, что вода децентрализованных источников содержит больше хлоридов, сульфатов, солей азотной кислоты, а в воде централизованных источников преобладают цинк, кальций, фтор, магний.

*Ключевые слова: сахарный диабет, субрегионы, микроэлементы, вода.*

Сахарный диабет – одно из наиболее частых заболеваний человека. Оно встречается практически во всех странах и на всех континентах. Однако распространенность заболевания в различных странах, различных географических зонах подвержена значительным различиям. Это дает основание полагать, что одним из факторов риска развития болезни может быть биогеохимическая особенность территории. Подтверждением этому может быть Чувашская Республика, территория которой имеет три различные по биогеохимическим характеристикам субрегионы: Центральный, Присурский и Прикубноцивильский [1]. При этом наименьшая заболеваемость населения сахарным диабетом наблюдается в Прикубноцивильском, а наибольшая заболеваемость – в Присурском субрегионах.

Целью настоящей работы явилось изучение макро-микроэлементного состава питьевой воды по территориям Чувашской Республики, характеризующимися контрастными показателями заболеваемости сахарным диабетом.

Для изучения особенностей распространения сахарного диабета на территории Чувашской Республики использовали ряд документов: годовые отчеты лечебно-профилактических учреждений (ф30, ф14); карты диспансерного наблюдения (ф30/у); журналы диспансерного наблюдения; государственные отчеты о состоянии здоровья населения Чувашской Республики; материалы биогеохимического районирования Чувашской Республики [3].

Территория с низкими показателями заболеваемости была приурочена к Прикубноцивильскому региону и принята как контрольная. В качестве опытной территории был выбран Присурский субрегион биосферы, сельское население которого имеет самые высокие уровни заболеваемости сахарным диабетом.

Изучение условий питьевого водоснабжения проведено по принятым в санитарной практике методам. Пробы воды отбирались по требованиям СанПин 2.1.4.544-96. Для увеличения концентрации микроэлементов в анализируемых пробах воды использовали выпаривание [2]. Калий, цинк, железо, марганец, хром, медь, кадмий определяли на атомно-абсорбционном спектрофотометре С-115. Кремний в пробах воды определяли по образованию синей кремневомолибденовой кислоты, магний – по реакции с титановым желтым. Качество воды в источниках централизованного водоснабжения оценивали по СанПин 2.1.4.559-96, децентрализованных – по СанПин 2.1.4.544-96. Всего было обследовано 618 источников централизованного и децентрализованного водоснабжения.

Из проведенного анализа макро-микроэлементов в централизованных источниках по районам республики установило, что содержание цинка в пробах из Козловского и Шумерлинского районов в 3-4 раза выше, чем в Цивильском и Чебоксарском районах. Содержание кальция выше в Канашском, Шемуршинском, Ядринском и Янтиковском районах; в Алатырском,



Ядринском, Аликовском, Красноармейском, Шумерлинском и Цивильском районах кальция в пробах значительно ниже. Фтором наиболее богаты воды Аликовского, Козловского, Комсомольского Цивильского и Ядринского районов. Низкое содержание фтора отмечается в водах Канашского, Красноармейского, Янтиковского районов. По высокому содержанию магния выделяются Козловский, Красноармейский, Чебоксарский, Цивильский, Янтиковский районы. В Алатырском районе примерно в 11 раз концентрация магния в воде меньше, чем в Чебоксарском и в 8 раз по сравнению с Янтиковским. Содержание кремния значительно превалирует в Козловском, Порецком и Алатырском районах. В Красночетайском, Чебоксарском и Ядринском районах содержание кремния минимальное. Содержание сульфатов, хлоридов превалирует в Канашском, Шумерлинском, Яльчикском, Аликовском районах, наименьшее – в водах Красноармейского, Марпосадского, Чебоксарского районов. В децентрализованных источниках содержание цинка выше в Алатырском, Вурнарском, Порецком, Шумерлинском районах по сравнению с Канашском, Комсомольском, Красноармейском районах. По высокому содержанию кальция выделяются Вурнарский, Марпосадский, Порецкий, Янтиковский районы. Невысокое содержание кальция, Магния, фтора было в пробах воды из Алатырского, Ибресинского, Красноармейского, Шумерлинском районах. Высокое содержание перечисленных выше элементов в обнаружено воде Канашского, Комсомольского, Порецкого районов. По содержанию кремния резко выделяются Алатырский и Порецкий районы; значительно ниже кремния в водах Батыревского, Вурнарского, Ядринского и Янтиковского районов.

Суммируя вышеизложенное можно сделать вывод, что вода децентрализованных источников содержит больше хлоридов, сульфатов солей азотной кислоты, а в воде централизованных источников преобладают цинк, кальций, фтор, магний.

Учитывая различия в содержании макро-микроэлементов в районах Чувашии в работы были рассчитаны коэффициенты парной корреляции между содержанием минеральных веществ в воде и заболеваемостью сахарным диабетом. Установлено, что заболеваемость среди населения обнаружила прямую значимую связь с содержанием в воде централизованных источников сульфатов, и прямую значимую, достоверную связь с кремнием в децентрализованных источниках.

Заключение. В выполненном исследовании установлено, что высокая заболеваемость населения сахарным диабетом имеет место в Алатырском и Порецком районах, полностью входящих в кремниевый биогеохимический субрегион Чувашской Республики.

### **Список литературы**

1. Сусликов В.Л. Эколого-геохимическое районирование территории Чувашской Республики / В.Л. Сусликов, В.А. Родионов. - Нижегородский медицинский журнал, 2004. - №1. - С.84.

2. Карякин А.В. Методы оптической спектроскопии и люминесценции в анализе природных вод / А.В. Карякин, И.Ф. Грибовская. – М.: Химия 1987. – 304с.

3. Сусликов В.Л. Эколого-биогеохимическое районирование территорий – методологическая основа для оценки среды обитания и здоровья населения. В.Л. Сусликов. – Вестник Чувашского университета, 2001. - №4. - С.110-126.

## ЭКСТРАКЛЕТОЧНАЯ СЕКРЕЦИЯ БЕЛКОВ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ, СЛИТЫХ С ДОМЕНАМИ OsmY

Е.А. Колпакова<sup>1</sup>, П.И. Васильчиков<sup>1</sup>, Е.А. Василенко<sup>1</sup>, И.В. Астраханцева<sup>1</sup>,  
Е.Н. Горшкова<sup>1</sup>, Д.В. Новиков<sup>2</sup>, В.В. Мохонов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского,  
г. Нижний Новгород

<sup>2</sup> ФБУН «Нижегородский НИИ эпидемиологии и микробиологии  
им. академика И.Н. Блохиной»,  
г. Нижний Новгород

*Аннотация.* В статье описана внеклеточная секреция в *E. coli* химерных белков OmpF, OmpA, AnsA, MalE, слитых с различными доменами OsmY. Показано, что уровень экстраклеточной экспрессии зависит от природы белка.

OsmY, осмотически индуцируемый периплазматический белок, в составе рекомбинантных протеинов, способствует секреции химерного белка из периплазмы в ростовую среду клеток, в то время как лидерный пептид OsmY ответствен за периплазматическую секрецию [1]. Целью настоящей работы явилась оценка эффективности экстраклеточной секреции наружных мембранных белков *E. coli* OmpF и OmpA, слитых с различными доменами OsmY. Задачами явились создание серии плазмид, кодирующих домены OsmY (а.о. 115–158, 159–201, 115–201, 1–201 и 29–201), слитые с наружными мембранными белками *E. coli* OmpF и OmpA, их экспрессия и выявление домена OsmY, ответственного за максимальную секрецию модельных химерных белков.

Молекулярно-биологические и микробиологические манипуляции проводили согласно протоколам, описанным в «Molecular cloning, a laboratory manual» [2]. Трансформированные плазмидами клетки *E. coli* (BL21(DE3)) и ночные культуры получали стандартным методом. Ночными культурами инокулировали среду ZYP5052, предложенную Studier [4]. SDS-PAGE проводили в 12,5 % геле, который использовали для электропереноса белков на нитроцеллюлозные мембраны. К мембранам добавляли анти-6His антитела (1:15000), конъюгированные с HRP, промывали в PBST и PBS, результаты детектировали с помощью ECL Western blotting detection kit и C-DiGit® Blot Scanner. Нуклеотидную последовательность определяли с использованием генетического анализатора ABI Prism 310.

Нами был получен ряд генетических конструкций. Одна часть экспрессионных векторов содержала последовательность, кодирующую

лидерный пептид OsmY, соединенный с одним из доменов OsmY, и последовательность одного из белков E. coli (OmpF или OmpA), другая часть конструкций была аналогичной, но не содержала лидерного пептида (рис. 1). Кроме того, все конструкции являлись бицистронными и кодировали в том числе DsbA (участник регуляции корректного фолдинга белков) [3]. Все генетические конструкции были трансформированы в E. coli Rosetta 2 (DE3), экспрессию проводили методом, предложенным Studier [4] и анализировали с помощью вестерн блоттинга (рис. 1).

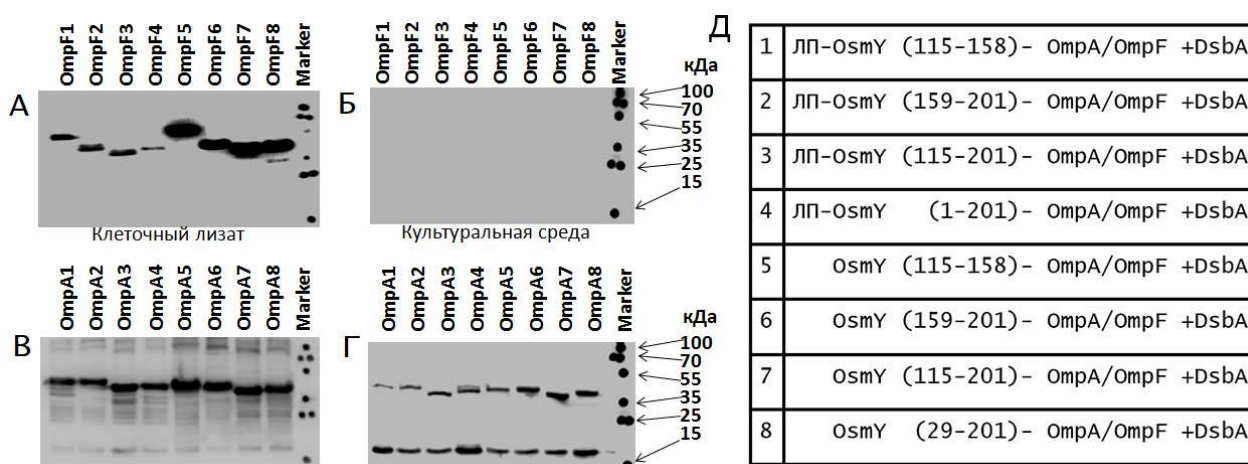


Рис. 1. Вестерн блоттинг клеточных лизатов (А и В) и культуральных сред (Б и Г) после экспрессии исследуемых белков в клетках E. coli; описание генетических конструкций (Д)

В случае OmpA экстраклеточная секреция химерного белка наблюдалась для всех конструкций, при этом максимальный уровень секреции был для OmpA, слитого с полной последовательностью OsmY (рис. 1, конструкция 4). Стоит указать, что данный белок секретировался в среду в том числе в виде димера. Для OmpF было показано отсутствие секреции белка в среду. Ранее полученные данные об эффективности экстраклеточной секреции цитоплазматического AnsA и периплазматического MalE, слитых с различными доменами OsmY, показали, что максимальным уровнем внеклеточной секреции обладают белки AnsA и MalE, слитые со «зрелым» OsmY. Суммируя вышеизложенное, можно сделать вывод о том, что эффективность экстраклеточной экспрессии химерных белков, содержащих различные домены OsmY, зависит от природы белков.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проекты №№17-04-01137; 17-04-01478

### Список литературы

1. Baneyx F, Mujacic, M. (2004) Recombinant protein folding and misfolding in Escherichia coli Nat.Biotechnol. 22(11): 1399-1408.
2. Green, M.R. and Sambrook, J. (2012) Molecular cloning: a laboratory manual, Cold Spring Harbor, N.Y.
3. Qian, Z., Xia, X., Choi, J.H. and Lee, S.Y. (2008), Proteome-based identification of fusion partner for high-level extracellular production of recombinant proteins in Escherichia coli. Biotechnol. Bioeng., 101: 587-601.

4. Studier, F.W. (2005) Protein production by auto-induction in high-density shaking cultures. *Prot. Exp. Pur.* 41, 207-234.

## БИВАЛЕНТНЫЕ ИОНИЗИРУЕМЫЕ ЛИПИДЫ С РАЗВЕТВЛЯЮЩИМ ЗВЕНОМ НА ОСНОВЕ АМИНОКИСЛОТ

У.А. Буданова, К.А. Лопатухина, Ю.Л. Себякин  
 Российский технологический университет (МИРЭА),  
 г. Москва

**Аннотация.** Разработаны схемы и осуществлен синтез четырех новых катионных амфифилов, различающихся линкерной и гидрофильной частями. Изучены физико-химические свойства синтезированных соединений, определен средний размер водных дисперсий и дзета-потенциал полученных агрегатов, а также смеси с DOPE в соотношении 1:1. Предварительные биохимические испытания показали, что полученные амфифилы в смеси с DOPE демонстрирует эффективность трансфекции, сопоставимую с коммерческим препаратом.

Наночастицы на основе катионных липидов и полимеров считаются наиболее оптимальными аналогами вирусных частиц для доставки нуклеиновых кислот, включая гены и миРНК, в эукариотические клетки. Из-за проблем коллоидной стабильности и токсичности потенциальное применение этих систем доставки *in vivo* было встречено со значительным скептицизмом. Однако в последние годы развитие новых ионизируемых липидов в сочетании со строгим регламентом для тщательного контроля размера наночастиц позволило разработать методы для успешного терапевтического применения.

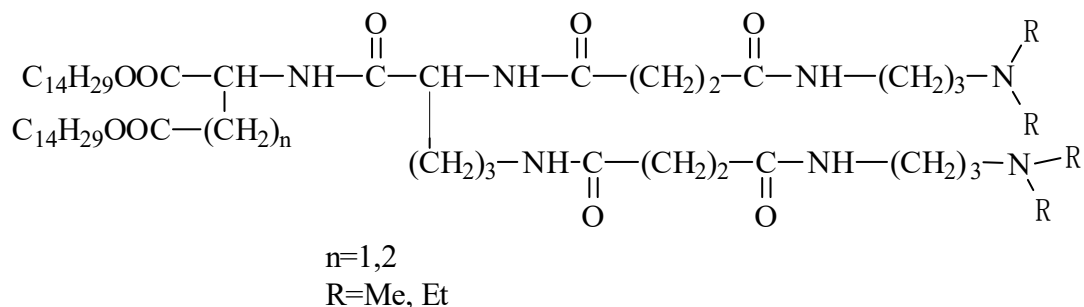


Рис. 1. Структуры синтезированных амфифилов

Нами разработана схема синтеза новых ионизируемых липидов (рис. 1). В качестве гидрофобного блока использовался остаток тетрадецилового спирта, поскольку цепь такой длины позволяет добиться повышения трансфекционной активности, при этом оставаясь менее цитотоксичной по сравнению со своими гомологами. В роли линкеров были выбраны L-глутаминовая кислота, L-аспарагиновая кислота и L-орнитин, обладающие достаточным количеством функциональных групп для создания наиболее удачного соотношения гидрофобной части и полярного блока. Диметиламинопропиламин (DMAPA) и диэтиламинопропиламин (DEAPA) были выбраны в роли полярных групп: их

введение позволит повысить эффективность трансфекции, облегчить процесс образования комплекса липид/нуклеиновая кислота, при этом обладая минимальной цитотоксичностью. Структуры целевых и промежуточных соединений охарактеризованы с помощью данных ИК- и <sup>1</sup>H-ЯМР-спектроскопии, масс-спектрометрии.

Изучены физико-химические свойства водных дисперсий, полученных на основе синтезированных соединений. Установлено, что амфифилы в смеси с диолеоилфосфатидитэтанололамином (DOPE) образуют агрегаты размером 120-190 нм, которые могут применяться для доставки генетического материала.

Для всех полученных агрегатов измерен дзета-потенциал, значения которого составили от  $28 \times 10^{-2}$  мВ до  $31 \times 10^{-2}$  мВ. Известно, что наночастицы с дзета-потенциалом около 30 мВ стабильны в суспензии, поскольку поверхностный заряд предотвращает агрегацию частиц.

Для исследования эффективности трансфекции использовались однокомпонентные липосомы, а также их смеси с DOPE (1:1). В качестве опытных клеточных линий использовались HepG2 (гепатоцеллюлярная карцинома) и HeLa (рак шейки матки) (рис. 2).

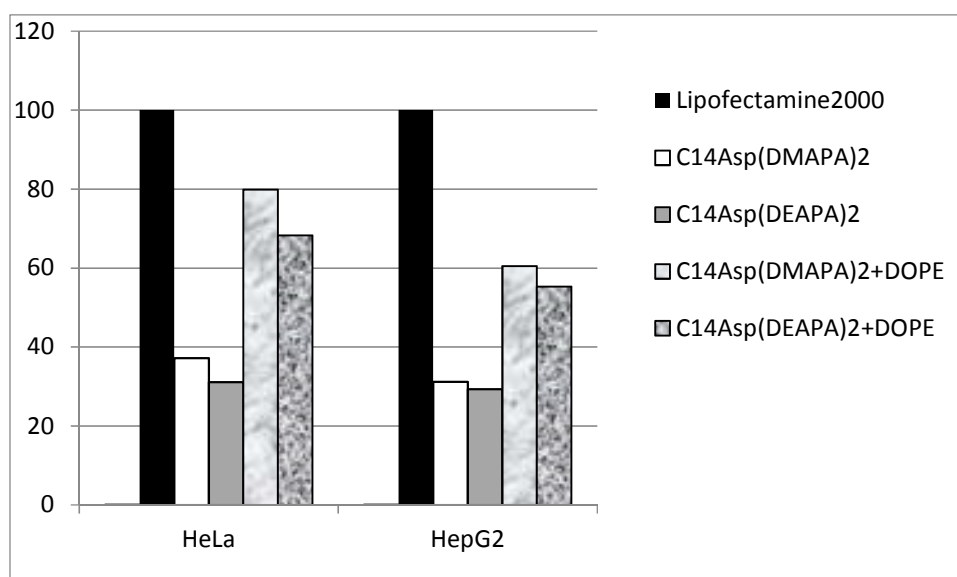


Рис.2. Трансфекционная активность комплексов из сформированных липосом и плазмидной ДНК, на линии клеток HeLa и HepG2

Показано, что на линии кленок HepG2 амфифил с производным диэфиром L-аспарагиновой кислоты в гидрофобном блоке эффективнее, чем аналогичный образец с диэфиром L-глутаминовой кислоты в гидрофобном блоке, при этом эффективность комплексных агрегатов с DOPE в соотношении 1:1 показывает практически двукратное увеличение эффективности трансфекции. Аналогичная картина наблюдается на клетках линии HeLa

*Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований грант РФФИ 19-04-00775.*

## ОСОБЕННОСТИ ЛЕЧЕНИЯ ОСТЕОАРТРИТА У БОЛЬНЫХ ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА

О.Ю. Майко, Г.Б. Тукенова

Оренбургский государственный медицинский университет,  
г. Оренбург

*Аннотация.* ОА является самым распространенным ревматическим заболеванием среди лиц пожилого возраста. Несмотря на внедрение в практику большого количества новых препаратов для лечения ОА, остановить инвалидизацию больных ОА остается трудной задачей. Рекомендации ACR и EULAR по лечению ОА динамически изменялись с 1995г. по настоящее время, отражая получение новых данных об эффективности или недостаточной эффективности различных лечебных мероприятий.

*Включение в схему лечения хондроитин сульфата улучшает функциональное состояние суставов и качество жизни пациентов.*

Остеоартроз (ОА) в структуре коморбидных заболеваний второй половины жизни человека занимает лидирующие позиции. Особенностью современного ведения пожилых пациентов с ОА в первичном звене является ограничение рутинного использованию традиционных НПВП, особенно при сочетании с сердечно-сосудистой патологией, которое способствует ухудшению течения сопутствующих заболеваний и развитию нежелательных явлений. В качестве альтернативных средств Клинические рекомендации РНМОТ предлагают использовать комплексный подход для лечения ОА, включающий ЛФК, местные формы НПВП и лидокаина, симптоматические медленно-действующие препараты, коррекцию нейропатического компонента боли и тревожно-депрессивных расстройств.

Акцент в длительной терапии коморбидных больных пожилого возраста смещается к применению симптоматических медленно-действующих препаратов: хондроитин сульфат, глюкозамин, диацереин, пиаскледин, Мукосат – инъекционный препарат хондроитин сульфата натрия, представляет собой сульфатированный гликозаминогликан.

В исследование включено 38 больных, обратившихся в поликлинику с обострением ОА, с выраженностью болевого синдрома по 100 мм визуально-аналоговой шкале (ВАШ)  $\geq 40$  мм и по суммарному индексу Лекена (TheLequesneAlgofunctionalIndex)  $\geq 5$  баллов, необходимостью приема НПВП и давших информированное согласие на включение в исследование. Большинство (84%) составили женщины, возраст больных колебался от 37 до 65 лет, средний возраст –  $54,87 \pm 11,2$  года. У 84 % пациентов длительность ОА не превышала 10 лет, средняя продолжительность ОА была  $6,96 \pm 5,12$  лет, средняя продолжительность обострения –  $3,0 \pm 1,65$  месяцев. В исследование включались пациенты с преимущественным поражением коленных суставов, удовлетворяющие классификационным критериям Американской коллегии ревматологов. Рентгенологическая стадия ОА коленных суставов оценивалась по классификации Келлгрена-Лоуренса. Преобладала II стадия – 55 %, I - выявлена у 45 %, двусторонний гонартроз был у 58 % пациентов. Поражение коленных и

тазобедренных суставов – 23,5 % пациентов, суставов кистей – 21 %, голеностопных – 16 %, плечевых – 10 %. Нарушения функции суставов I и II степени определялись у 34 (59 %) и 21 (36 %).

Сопутствующие заболевания выявлены у 92 % больных. В их структуре преобладали: артериальная гипертензия I-II степени - у 28 (74 %), патология щитовидной железы – у 6 (16 %), сахарный диабет 2-го типа – у 3 (8 %), хронический гастрит вне обострения – у 4 (10,5 %), хроническая венозная недостаточность – у 7 (18 %) пациентов. ИБС, стабильная стенокардия была у 1 (2,6 %), хронический пиелонефрит – у 2 (5,3 %). Часто выявлялось ожирение: 1 степень – у 10 (26 %), 2 – у 9 (23 %), 3 – у 1 (2,6 %), избыточная масса тела – у 10 (26 %). Причем 4-5 хронических заболеваний имели 52 %, 2-3 заболевания – 21 %, 1 – только 27 %.

Все пациенты были разделены на две группы: первую составили лица до 59 лет (n=23), вторую старше 60 лет (n=15). Все пациенты обеих групп в начале лечения (при обострении ОА) получали курс НПВП (нимесулид) и одинаковое физиотерапевтическое лечение (магнитотерапия или лазеротерапия по стандартным методикам). Нимесулид (найз «Д-р Редди'сЛабораторис Лтд.», Индия) применялся в течение 14 дней в дозе 200 мг/сутки. В дальнейшем НПВП использовался по мере необходимости (при недостаточной эффективности) – в связи с выраженностью болевого синдрома в различных дозах и с различной длительностью. Кроме НПВП назначался препарат Мукосат (ДИАМЕД-ФАРМА ООО, Россия), который назначался по 2 мл (100 мг/мл) внутримышечно через день №25. Продолжительность применения исследуемого препарата составляла 7-8 недель. Всем пациентам проводилась клиническое обследование и оценка показателе альго-функциональных индексов: выраженность боли по ВАШ, Лекена, WOMAC, индекс EQ-5D.

Анализ результатов показал достоверно значимое достижение клинического эффекта по всем клиническим показателям в обеих группах. Так уменьшение интенсивности боли отмечалось уже к концу 1-го месяца сочетанной терапии, но достоверно менее выраженными они были у группы пациентов старшего возраста по ВАШ при ходьбе, индексу WOMAC ( $p < 0,01$ ). Так, у пациентов I группы динамика показателей составила: ВАШ в покое  $33,81 \pm 14,99$ , ВАШ при ходьбе  $62,86 \pm 19,01$ , индекс Лекена  $11,14 \pm 4,22$ , WOMAC  $33,0 \pm 12,93$  до  $26,67 \pm 19,58$ ,  $52,86 \pm 16,77$ ,  $7,95 \pm 3,36$ ,  $21,81 \pm 8,49$  соответственно. У больных II группы динамика показателей была: ВАШ в покое  $42,94 \pm 16,87$ , ВАШ при ходьбе  $77,06 \pm 14,48$ , индекс Лекена  $14,18 \pm 2,78$ , WOMAC суммарный –  $42,41 \pm 8,97$  до  $33,75 \pm 25,78$ ,  $63,75 \pm 16,68$ ,  $10,53 \pm 4,2$ ,  $29,75 \pm 13,11$  соответственно. Аналогичная значимая динамика по этим же двум клиническим показателям отмечалась по окончании курса терапии мукосатом (к концу 2-го месяца терапии): ВАШ при ходьбе  $21,0 \pm 12,94$  против  $40,77 \pm 16,56$  мм ( $p < 0,01$ ); WOMAC суммарный  $8,5 \pm 7,15$  против  $16,85 \pm 11,16$  ( $p < 0,01$ ). соответственно в I и II группах.

Показатели качества жизни по опроснику EQ-5D также достоверно значимо улучшились по сравнению с исходным значением на фоне сочетанной терапии в обеих группах, но индекс эти изменения были менее выраженными у пациентов

старшего возраста:  $0,28 \pm 0,19$ ,  $0,58 \pm 0,15$ ,  $0,83 \pm 0,1$  против  $0,22 \pm 0,16$ ,  $0,45 \pm 0,27$  ( $p < 0,01$ ),  $0,68 \pm 0,14$  баллов ( $p < 0,01$ ) соответственно исходно, через 1 и 2 месяца от начала терапии.

К окончанию курса терапии мукосатом от приема НПВП отказалось в обеих группах сопоставимое количество пациентов – 70 % и 71,5 %, только 7 % (1 пациентка) 2 группы продолжала регулярно принимать НПВП.

Вне зависимости от возрастных параметров препарат переносился хорошо, по количеству побочных явлений группы не различались (5 %).

Таким образом, хотя у пациентов более старшего возраста по некоторым параметрам (выраженность болевого синдрома при ходьбе, функциональность, КЖ) применение сочетанного лечения с использованием мукосата и уступало пациентам более молодого возраста, тем не менее общая клиническая эффективность была хорошей при высокой безопасности препарата. Достоверное уменьшение выраженности болевого синдрома, улучшение функциональной активности и КЖ большинство пациентов (60 %) отмечало уже через 1 месяц от начала терапии. По окончании терапии большинство больных в первой группе отмечали «значительное улучшение» 65 % и улучшение 35 % и во второй улучшение 78,5 % по окончании курса терапии и 70 % пациентов в обеих группах отказались от приема НПВП.

## **СИНТЕЗ ПОЛИВАЛЕНТНЫХ АМФИФИЛОВ С РАЗВЕТВЛЯЮЩИМ ЗВЕНОМ НА ТРИ СВОБОДНЫЕ КАРБОКСИЛЬНЫЕ ГРУППЫ, СВЯЗАННЫЕ С ПРОИЗВОДНЫМИ КОРОТКИХ ДИАМИНОВ**

М.К. Гусева, Ю.Л. Себякин

МИРЭА-Российский технологический университет,  
Институт тонких химических технологий им. М.В. Ломоносова,  
г. Москва

*Аннотация.* Разработана схема и осуществлен синтез поливалентных амфифилов с разветвляющим звеном на три свободные карбоксильные группы, связанные с производными коротких диаминов. Структура полученных соединений подтверждена данными  $^1\text{H-NMR}$ -спектроскопии. Проведенный расчет показателей ГЛБ синтезированных соединений позволил предположить потенциальные направления их использования.

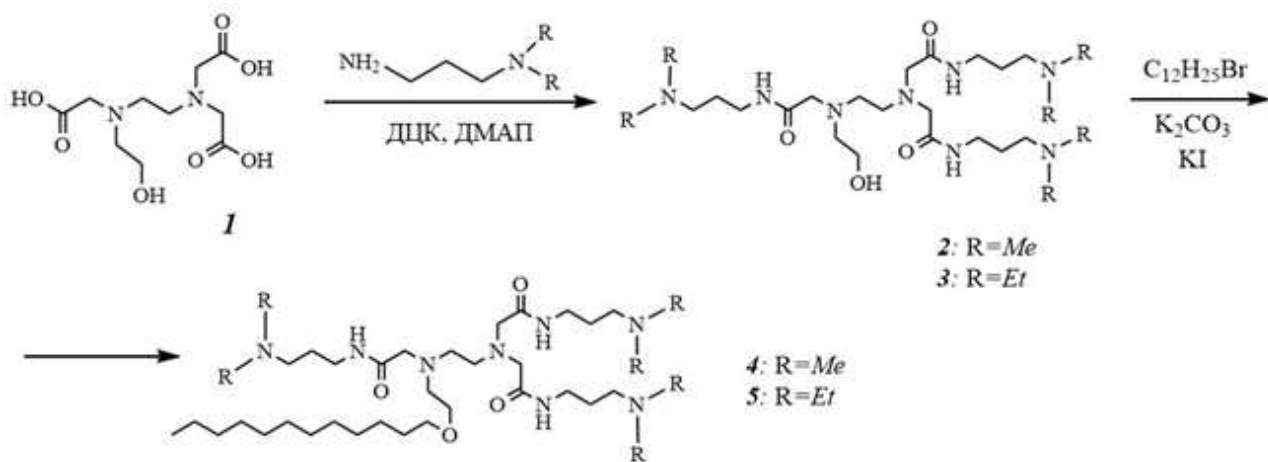
Амфифилы на основе различных классов соединений имеют несколько направлений их практического использования. Это могут быть системы транспорта лекарственных веществ и генетического материала, кроме того они могут проявлять антибактериальную активность. Область применения зависит от соотношения гидрофильного и гидрофобного блоков в структуре целевых соединений. Молекулы катионных амфифилов обладают постоянным положительным зарядом и могут быть использованы в качестве аналогов вирусных частиц для доставки плазмидной ДНК в эукариотические клетки [1]. Однако, из-за токсичности, коллоидной стабильности и низкой эффективности доставки, применение таких структур ограничено.



Использование нового поколения амфифилов, так называемых ионизируемых амфифилов, позволяет частично преодолеть данные недостатки. Такие соединения и липосомы на их основе приобретают положительный заряд в ходе внутриклеточного транспорта в цитозоле. Перспективной областью использования таких структур является доставка миРНК в клетки-мишени [2].

В данной работе осуществлен синтез поливалентных катионных амфифилов с разветвляющим звеном на три свободные карбоксильные группы, связанные с производными коротких диаминов. В качестве спейсерного участка использовали трехосновную карбоновую кислоту – N-(2-гидроксиэтил)этилендиамин-N,N',N'-триуксусную кислоту (HEDTA), что позволило создать объемную полярную «головку» с тремя активными центрами.

Синтез осуществлен по схеме. Для формирования полярного блока проводили реакцию между исходной кислотой HEDTA (1) и 3-диметиламинопропиламином, и 3-диэтиламинопропиламином, в присутствии ДЦК и диметиламинопиридина в качестве катализатора. Реакция проводилась в среде ДМФА и ацетонитрила при нагревании. Наилучшие результаты были получены во втором варианте. Выпавший осадок отфильтровывали, продукт выделяли с помощью препаративной хроматографии на пластинках с силикагем. Структуру промежуточных продуктов подтверждали данными <sup>1</sup>H-ЯМР-спектроскопии.



Введение гидрофобного фрагмента проводили в среде ТГФ с использованием 1-бромдодекана в присутствии  $K_2CO_3$  и каталитического количества KI. Конечный продукт выделяли с помощью препаративной хроматографии на пластинках с силикагем. Структура целевых продуктов (4, 5) была подтверждена данными <sup>1</sup>H-ЯМР-спектроскопии.

Проведенный предварительный расчет гидрофильно-липофильного баланса (ГЛБ) ряда производных HEDTA с различным соотношением гидрофильного и гидрофобного блоков конечных соединений позволил предположить, что целевые амфифилы с варьированием длины углеводородного радикала в структуре, могут быть использованы по различным направлениям. Так, синтезированный продукт с алифатическим фрагментом длиной

C<sub>12</sub>-углеводородных атомов и величиной ГЛБ 5,20±0,74 – додециловый эфир трис-диметиламинопропиламид-(гидроксиэтил)этилендиаминтриуксусной кислоты (4) потенциально способен проявлять антибактериальные свойства, а соединение – додециловый эфир трис-диэтиламинопропиламид-(гидроксиэтил)этилендиаминтриуксусной кислоты (5) со значением ГЛБ 8,38±0,74, вероятнее всего, может быть использован в системах транспорта лекарственных веществ, в том числе противоопухолевых агентов.

*Работа выполнена при поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 17-04-01141.*

### Список литературы

1. *Viral and nonviral delivery systems for gene delivery .Nouri Nayerossadat, Talebi Maedeh, Palizban Abas Ali. Advanced Biomedical Research. - 2012. - Vol. 1 - №1. - P.27.*

2. *Дениева З.Г. Синтез катионных и ионизируемых амфифилов на основе геминального аминодиола как потенциальных транспортных систем миРНК / З.Г. Дениева, У.А. Буданова, Ю.Л. Себякин // Тонкие химические технологии. – 2019. - Т. 14 - №3. - С. 42-49.*

## СИНТЕЗ ПОЛИВАЛЕНТНЫХ АМФИФИЛОВ НА ОСНОВЕ ДИНАТРИЕВОЙ СОЛИ ЭТИЛЕНДИАМИНТЕТРАУКСУСНОЙ КИСЛОТЫ

Т.Г. Бодрова, Ю.Л. Себякин, У.А. Буданова  
МИРЭА-Российский технологический университет,  
Институт тонких химических технологий им. М.В. Ломоносова,  
г. Москва

*Аннотация.* Большое количество лекарственных веществ, обладающих потенциальной эффективностью, на пути к мишени сталкиваются с рядом трудностей. Препарат может обладать низкой растворимостью, что препятствует его переносу в кровяном русле, либо являться высокотоксичным [1].

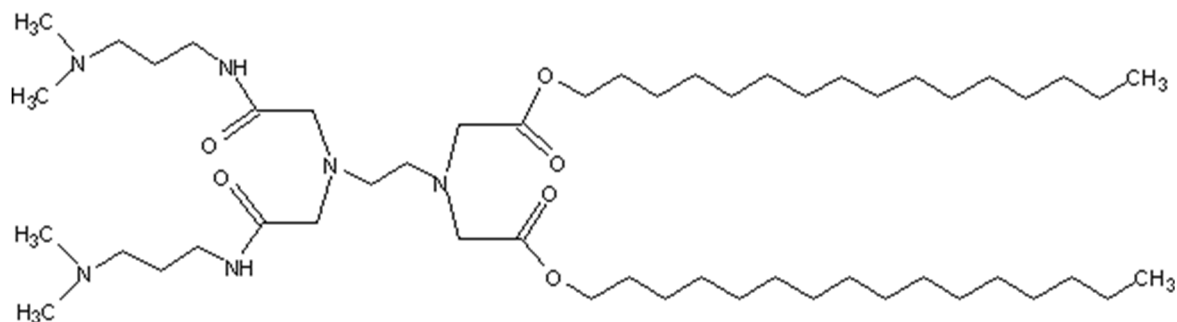
В настоящее время большое внимание уделяется разработке систем для транспортировки биологически активных соединений [2]. Благодаря различным наночастицам осуществляется таргетная доставка терапевтических молекул в целевые участки, оказывая при этом минимальное побочное влияние на здоровые ткани и органы [3]. Липосомы является одной из самых распространённых систем доставки благодаря своему широкому спектру применения: антимикробная терапия, противомаларийные средства, сердечно-сосудистые заболевания и др., однако доминирующей областью применения является доставка химиотерапевтических агентов [1].

Цель данной работы – синтез амфифильного соединения на основе динатриевой соли этилендиаминтетрааминоуксусной кислоты, выступающей в

роли разветвляющего звена, и изучение физико-химических свойств липосом, полученных на его основе.

Произведя анализ справочной литературы, рассчитав значения ГЛБ и КПУ для некоторых возможных соединений, было принято решение осуществить синтез амфифила обладающего следующей структурой (Схема 1):

Схема 1

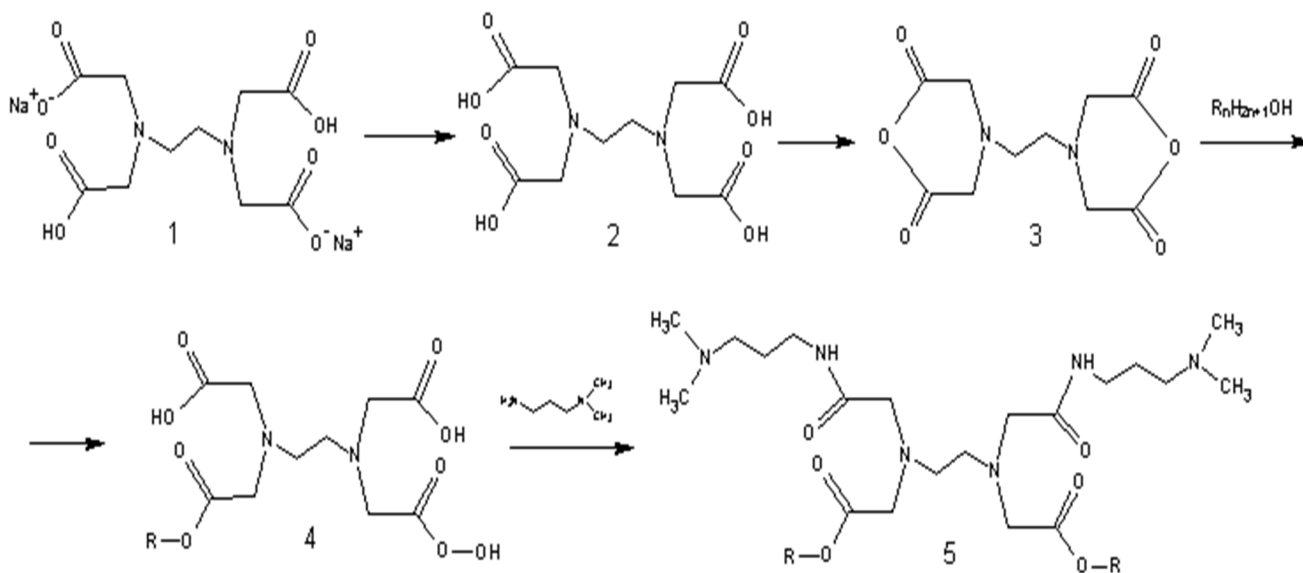


В качестве двух полярных фрагментов выступает короткий диамин – N,N'-диметил-1,3-пропандиамин (DMAPA), обладающий низкой цитотоксичностью. Гидрофобные домены выполнены на основе насыщенного алифатического спирта – гексадеканола-1.

В роли линкера выступает этилендиаминтетрауксусная кислота, в состав которой входит большое число функциональных групп, обладающих схожей реакционной способностью, что позволяет синтезировать соединение с наиболее выгодным заданным соотношением между полярной и гидрофобной частями.

Для получения целевого соединения, была разработана следующая схема синтеза (Схема 2):

Схема 2



*Работа поддержана грантом Российского фонда фундаментальных исследований, грант РФФИ № 17-04-01141.*

### Список литературы

1. Bunker A., Magarkar A., Viitala T. Rational design of liposomal drug delivery systems, a review: combined experimental and computational studies of lipid membranes, liposomes and their PEGylation // *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Biomembranes*. – 2016. – Т. 1858. – №. 10. – С. 2334-2352.
2. Budanova U.A., Marusova V. V., Sebyakin Y. L. Properties and transfection activity of cationic dimeric amphiphiles based on amino acids // *Mendeleev Communications*. – 2016. – Т. 26. – №. 2. – С. 101-102.
3. Tiwari G. Drug delivery systems: An updated review / Tiwari G., Tiwari R., Sriwastawa B., Bhati L., Pandey S., Pandey P., Bannerjee S.K. // *Int J Pharm Investig* – 2012 – Т. 2 – № 1 – С.2–11.

## НОВЫЙ КЕРАСОМООБРАЗУЮЩИЙ ЛИПИД В КАЧЕСТВЕ ЛИПИДА-ХЕЛПЕРА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СТАБИЛЬНОСТИ ЛИПОСОМАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ

З.Г. Дениева, У.А. Буданова, Ю.Л. Себякин  
МИРЭА – Российский технологический университет  
Институт тонких химических технологий им. М.В. Ломоносова,  
г. Москва

*Аннотация.* Создание новых систем доставки лекарственных препаратов является одной из важнейших задач, стоящих перед фармакологией. Важно преодолеть проблемы высокой токсичности и низкой стабильности, присущие для уже существующих транспортных систем.

Наиболее известной и часто используемой системой являются липосомы. Это синтетические бислойные полые везикулы, в которые можно включать лекарственные средства различной природы. Водорастворимые лекарственные средства встраиваются во внутреннее пространство везикул, а жирорастворимые – в бислойную липидную мембрану [1, 2]. Однако их широкое применение ограничивает недостаточная стабильность.

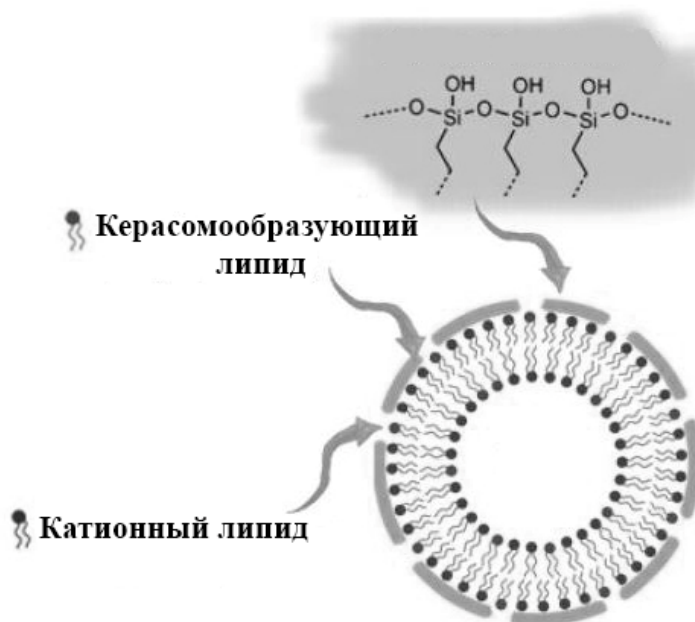
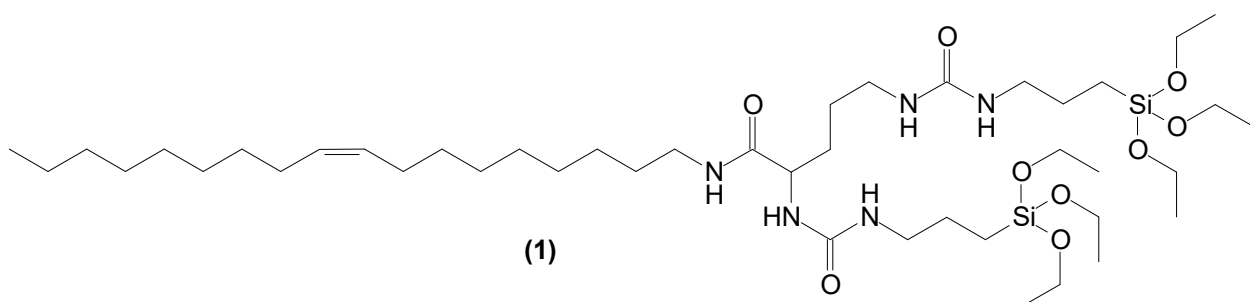
В последние годы предложено создание кремний-органических гибридных конструкций, которые называются керасомами. Как и липосомы, керасомы представляют собой бислойные агрегаты, при этом их поверхность модифицирована силоксановой сетью -Si-O-Si-, которая позволяет преодолеть главный недостаток липосом – их низкую стабильность в физиологических условиях, которая часто приводит к преждевременному высвобождению инкапсулированных лекарственных средств, вызывая нежелательные побочные реакции [3].

Керасомы построены из керасомообразующих липидов (КОЛ), которые в ходе самопроизвольной сборки и золь-гель процесса образуют сферические везикулы [4]. Структура липидов включает полярный фрагмент, содержащий производные кремния, соединительное звено и гидрофобный блок, состав которого может варьироваться.

Морфологическая стабильность керасом зависит от развития силоксановой сети на поверхности везикулы [5]. Однако реакцию такой полимеризации трудно контролировать, из-за чего терапевтическое вещество из частицы может высвобождаться слишком медленно.

Для решения этой проблемы нами предложено создать комбинированную систему, содержащую катионные липиды и КОЛ (рисунок). Использование двух типов липидов позволит новым липо-керасомам преодолеть недостатки описанных транспортных систем, а также получить синергический эффект.

Цель данного исследования – создание нового керасоμοобразующего липида (1), построенного на основе L-орнитина. Наличие в структуре природной аминокислоты, а также олеиламина в гидрофобном блоке должно способствовать снижению токсичности транспортной системы в целом.



Схематическое изображение липо-керасомы

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 19-04-00775.*

### Список литературы

1. Бажутин Н.Б., Золин В.В., Колокольцов А.А., Таргонский С.Н. // *Terra medica*. 2003 Vol. 31 С. 3.

2. Колоскова О.О., Бородин Ю.Г., Буданова У.А., Себякин Ю.Л. // *Биофарм. журн.* 2010 Т. 2 С. 16.
3. Kikuchi J., Yasuhara K., Cavrak M. // *Adv. in Biomim. Croatia. Tech.* 2011. 231–250.
4. Sarychev G.A., Mironova M.S., Budanova U.A., Sebyakin Yu.L. // *Mend. Comm.* 2017. 27. 155–156.
5. Koynova R., Tenchov, B., Wang L., MacDonald R. C. // *Mol. Pharm.* 2009. 6. 951–958.

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЭМП С ОРГАНИЗМОМ ЧЕЛОВЕКА

Л.Э. Шейнкман, Д.С. Фурсова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Рассмотрены проблемы взаимодействия электромагнитных полей с организмом человека. Проведен анализ особенностей влияния электромагнитного излучения на организм человека, являющейся непосредственной причиной множества заболеваний. На основе проведенного анализа выработаны конкретные предложения по уменьшению отрицательного влияния ЭМП.

**Биологическое действие ЭМП низкой частоты.** Тело человека по отношению к низкочастотным ( $<10^5$  Гц) ЭМП обладает свойствами проводника. Под действием внешнего поля в тканях возникает ток проводимости. Основными представителями свободных зарядов служат ионы. Длина ЭМВ низких частот многократно превосходит размеры человеческого тела, вследствие чего весь организм подвергается воздействию таких волн. Однако это действие на разные ткани неодинаково, поскольку они отличаются как по электрическим свойствам, так и по чувствительности к току проводимости. Весьма чувствительна к нему нервная система. Под действием внешнего ЭМП частотой 10 Гц и напряженностью  $10 \text{ Вм}^{-1}$  в тканях головного мозга индуцируется поле, которое в  $10^5$  раз слабее внешнего.

Индуцируемый ток проводимости течет преимущественно по межклеточной жидкости, так как ее сопротивление много меньше сопротивления клеточных мембран. Через плазмолеммы нейронов протекает примерно тысячная доля тока проводимости, наведенного внешним ЭМП.

Пороговое значение тока проводимости, вызывающего возбуждение, зависит от частоты ЭМП. Ток с частотой выше 3 кГц, приложенный к коже человека, практически не возбуждает его нервы и мышцы. При непосредственном действии на нервы и мышцы этот частотный предел отодвигается к 200 кГц, но ткани на этой частоте возбуждаются только сильным током. Повышение тока проводимости с ростом частоты внешнего ЭМП связано, прежде всего, с инерционностью ионных каналов. При частоте более  $10^5$  Гц их воротные процессы не приводятся в действие. Поэтому высокочастотные ЭМП

не способны возбудить ткани организма.

Поглощение электромагнитной энергии живыми тканями сопровождается повышением их температуры, если поглощаемая мощность превосходит мощность рассеяния тепловой энергии. Последняя определяется теплоотдачей, которая осуществляется с поверхности тела посредством излучения, конвекции, теплопроводности и испарения влаги. Отведение тепловой энергии от глубоких тканей к поверхности тела обеспечивается кровообращением. Механизмы теплоотдачи функционируют в организме непрерывно, поскольку ему свойствен постоянный высокий уровень производства теплоты в ходе обмена веществ. Поэтому заметное повышение температуры живых тканей происходит только в том случае, когда дополнительная тепловая нагрузка (в частности, под действием ЭМП) достигает не менее 70 % метаболической теплопродукции ( $1-3 \text{ мВт} \cdot \text{г}^{-1}$ ).

Особенно опасны сверх низкочастотное поля, а также детектированное высоко- и сверхвысокочастотное со сверх низкочастотной вредной модуляцией поля, высвобождающие активные свободные радикалы. Они действуют на ДНК и РНК как жесткая радиация и могут вызывать крайне негативные отдаленные последствия, вплоть до вырождения генотипа. Обнаружить эти эффекты непосредственно весьма затруднительно.

**Биологическое действие ЭМП высокой частоты.** В отличие от реакций организма на ЭМП низкой частоты, высокочастотные биологические эффекты электромагнитных излучений обусловлены главным образом тепловой энергией, выделяющейся в подвергшихся облучению тканях. Физиологические механизмы теплоотдачи не компенсируют теплопродукцию организма, происходящую под действием ЭМП высокой частоты.

В диапазоне частот от 1,0 до 300 МГц механизмы взаимодействия ЭМП с организмом определяются как током проводимости, так и током смещения, причем на частоте порядка 1 МГц ведущая роль принадлежит току проводимости, а на частотах более 20 МГц – току смещения. Обе разновидности тока вызывают нагревание тканей. Тепловой эффект усиливается по мере возрастания частоты внешнего поля. Высокочастотный ток проводимости (при частоте более  $10^5 \text{ Гц}$ ), в отличие от низкочастотного, не возбуждает нервы и мышцы. Ток смещения также не вызывает возбуждения.

Длина волны на частотах от 1,0 до 3000 МГц превосходит размеры тела человека. Такие поля могут оказывать как локальное, так и общее воздействие на него. Характер воздействия определяется тем, все ли тело или часть его находится в поле. На более высоких частотах (частота более 3000 МГц) длина волны меньше размеров тела человека, что обуславливает только локальное действие ЭМП. Кроме того, с повышением частоты уменьшается глубина проникновения электромагнитных колебаний в организм. Глубиной проникновения электромагнитного излучения в любую среду называют расстояние, на котором амплитуда поля уменьшается в  $e$  раз ( $e = 2,718\dots$ ). Преодолев этот путь, электромагнитная волна сохраняет примерно 13% своей начальной интенсивности. Глубина проникновения зависит не только от частоты внешнего ЭМП, но и от электрических свойств тканей, в которые оно проникает.

Для жировой и костной тканей эта величина на порядок больше, чем для мышечной.

Поскольку в частотный диапазон СВЧ излучений попадает характеристическая частота релаксации воды, то именно водные среды организма поглощают энергию СВЧ полей в наибольшей степени. Волны СВЧ слабо взаимодействуют с кожей и жировой клетчаткой, а в мышцах и внутренних органах интенсивно поглощаются. Поэтому мышцы и внутренности претерпевают наибольшее нагревание при микроволновой терапии. Много тепла выделяется в жидкостях, заполняющих различные полости.

СВЧ излучения широко используются в радиолокации. Нарушение техники безопасности при работе на радиолокационных установках может нанести очень серьезный ущерб здоровью.

Особый интерес представляют работы, касающиеся изучения влияния на ЦНС низкоинтенсивных СВЧ-полей, модулированных в частотном диапазоне собственных биологических ритмов биообъекта. Установлено, что пороговые интенсивности для микроволновых излучений, модулированных в этом диапазоне, значительно ниже тех, которые являются характерными для импульсных и непрерывных излучений.

Низкоэнергетическое СВЧ-поле, модулированное в ритме собственных частот мозга, обладает выраженным кардиотропным действием. Подвернув мозговую (нервную) ткань воздействию ЭМП, модулированных частотой собственных биоритмов мозга, можно достичь усиления биологического действия ЭМП за счет резонансных явлений.

Значительную роль играют резонансные процессы, связанные с биологическими ритмами человека. Резонансное усиление или ослабление этих ритмов, появление гармоник и субгармоник и результаты перекрестной модуляции в нелинейных элементах клеток могут породить разнообразные психофизиологические эффекты с отрицательными последствиями.

Среди множества электромагнитных явлений особого внимания заслуживают микроволновые излучения (МВИ), причем наиболее существенный вклад в микроволновое загрязнение ОС вносят радиолокационные и радиорелейные станции и другие объекты, работа которых основана на генерации ЭМИ СВЧ-диапазона. У людей, которые работают на тропосферных, спутниковых, радио- и радиолокационных станциях, появляются головная боль, раздражительность, сонливость, ослабление памяти и т.д.

ЭМП оказывает неблагоприятное влияние на организм и при определенных условиях может послужить предпосылкой к формированию патологических состояний среди населения, подвергающегося его хроническому воздействию. ЭМП приводит к развитию синдрома старения организма, признаками которого являются снижение работоспособности и иммунитета, наличие многих заболеваний, раннее нарушение уровня холестерина, угнетение функции репродуктивной системы, развитие возрастной патологии в ранние годы (гипертоническая болезнь, церебральный атеросклероз). Сроки возникновения нарушений в организме при облучении ЭМП зависят от многих



факторов: частотного диапазона, продолжительности воздействия (стажа работы), локализации облучения (общее или местное), характера ЭМП (модулированное, непрерывное, прерывистое) и других. При этом существенную роль играют индивидуальные особенности организма. Экспериментально доказано, что воздействие модулированных ЭМП может вызвать эффекты, противоположные эффектам немодулированных ЭМП. Использование в эксперименте ЭМП импульсной генерации дает возможность получать более выраженный биологический эффект, чем при непрерывном облучении. О большой биологической активности импульсных излучений свидетельствует также большая к ним чувствительность холинергических систем мозга.

В последние годы было убедительно доказано, что нарушения функций организма под действием СВЧ излучений происходят не только вследствие образования избыточного тепла в тканях. Следовательно, биофизические механизмы воздействия ЭМП на биологические системы нельзя свести к двум рассмотренным выше: перегреванию в высокочастотных полях и возбуждению - в низкочастотных. Сейчас внимание исследователей биологических эффектов электромагнитных излучений сосредоточено на третьем механизме. Его называют специфическим. Наиболее характерная особенность специфического действия ЭМП на организм состоит в том, что биологические системы реагируют на излучение крайне низкой интенсивности, недостаточной для возбуждения и нагревания, но такие реакции возникают не во всем диапазоне ЭМВ, а на определенных частотах. Поэтому третий тип реакций биологических систем на ЭМП имеет еще и такие названия, как резонансные и слабые взаимодействия, частотно зависимые биологические эффекты ЭМП.

### Список литературы

1. Полонников Р.И. Слабые и сверхслабые электромагнитные поля и информационно-психологическая безопасность человека // Информационно-психологические проблемы личной и общественной безопасности: тезисы доклада к научно-практическому семинару, С.-Петербург, 26-й и 27 ноября 1997 г. - С.37.

2. Источники электромагнитного излучения: <http://www.ourbaby.ru/article/kovarnye-volny-opasno-li-jelektromagnitnoe-izluchenie/> С. 156-162.

3. <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=492486>

# ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОТКРЫТЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ В МАТЕМАТИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

Д.Н. Бикмухаметова, А.Р. Миндубаева

Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
г. Казань

*Аннотация.* Основная задача высшей математики – формирование профессионально-прикладной математической компетентности будущего специалиста, характеризуемой овладением математическими методами на уровне, достаточном для применения аппарата математического моделирования при решении профессиональных задач. При формировании этих знаний и умений широко используются активные и интерактивные методы и приемы обучения.

Активно развивающаяся действительность вносит серьезные изменения в традиционные методы обучения. Одним из основных требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) является усиление роли самостоятельной учебной деятельности студентов. [2]

Необходимость и важность математических знаний в современном мире и математического мышления высокопрофессионального специалиста неразрывно связаны с овладением в результате обучения в вузе методом математического моделирования, как методом изучения объектов реальной действительности. Как результат обучения в вузе специалист должен уметь в своей профессиональной деятельности:

- строить и использовать математические модели для описания, прогнозирования, исследования различных явлений;
- осуществить системный качественный и количественный анализ;
- владеть компьютерными методами сбора, хранения и обработки информации;
- владеть методами решения оптимизационных задач.

При формировании этих знаний и умений широко используются активные и интерактивные методы и приемы обучения. Не отрицая важной роли активных методов обучения, необходимо отметить, что интерактивные методы и приемы, являясь неотъемлемой частью нашей жизни, давно вошли в образовательный процесс. Организация образовательного процесса на основе интерактивных методов обучения состоит из системы продуманных и расписанных занятий; поиска целесообразных ярких средств, позволяющих донести материал до студентов; создания контакта с аудиторией; активного использования знаний и опыта студентов, что побуждает их к участию в обсуждении излагаемых вопросов.

Интерактивные методы обучения в большинстве своем опираются на информационные технологии, без которых нельзя представить себе развитие

науки, промышленности, экономики, торговли, сервиса и делопроизводства. Большая часть населения в своей профессиональной деятельности связана с компьютерными технологиями. Соответственно изменились подходы к решению научных математических задач, огромное значение уделяется численным методам, методам математического моделирования и математического программирования.

Одним из интерактивных приемов обучения является использование открытых образовательных ресурсов.

Открытые образовательные ресурсы, ООР (англ. *Open Educational Resources, OER*) – цифровые материалы, которые могут быть повторно использованы для преподавания, обучения, исследований и прочего, которые сделаны доступными с помощью открытых лицензий и которые позволяют пользователям материалов то, что не было бы просто разрешено согласно одному лишь авторскому праву [4].

Открытый образовательный ресурс может включать как отдельные и\или различные комбинации следующих элементов [1]:

- полный электронный курс обучения;
- методические материалы;
- учебные модули;
- учебные пособия, практикумы;
- видео- и аудиоматериалы;
- тесты, контрольные задания;
- программное обеспечение;
- другие материалы, инструменты или технологии, направленные на обеспечение (поддержку) доступа к знаниям.

Использование методов моделирования открывает широкие возможности для своевременного и обоснованного определения потребности в ресурсах, выполнения комплексного технико-экономического анализа деятельности объединений, предприятий и организаций, совершенствования их организационных структур управления, прогнозирования наиболее эффективных путей их развития, специализации и кооперации. [3]. Интерактивное обучение создает благоприятную среду для активного и совместного поиска. В ней присутствует два элемента: индивидуальный поиск и обмен идеями. В качестве среды используются электронные библиотеки вузов, тематические и образовательные интернет-проекты, региональные образовательные порталы и др.

Существуют различные методы интерактивного обучения. К ним относят дискуссии, дебаты, круглые столы, case-study, деловые и ролевые игры, мастер-классы и т.д. Интерес представляет создание электронных учебников, которые выгодно отличаются от традиционных наглядностью и возможностью создать яркий видеоряд, усиливающий эмоционально-личностное восприятие учащимися изучаемого материала.

При этом преподаватель может проводить мониторинг усвоения материала в виде тестов или устного блиц-опроса. Для контроля широко используется

MOODLE – это инструментальная среда для разработки как отдельных онлайн курсов, так и образовательных веб-сайтов и тестов для контроля. Moodle позволяет проводить текущий контроль за работой каждого студента с электронным курсом, а также контролировать результаты СРС. [2,5] Преподавателю доступна информация о том, какие ресурсы и когда просматривались студентом, сколько времени затрачено на тестирование, какие вопросы теста вызвали затруднение. При этом преподаватель уточняет вопросы теста, вызвавшие затруднение, и направляет процесс самостоятельного изучения и усвоения учебного материала с помощью электронных сообщений, отвечая на вопросы в дистанционном режиме. К достоинствам компьютерной диагностики знаний относятся: проблема субъективности оценки знаний отпадает; компьютерные тесты позволяют задавать вопросы, содержащие большой объём графической информации; тестирование способствует развитию умения концентрироваться; тестирование позволяет моментально получить результаты проверки и степень усвоения тем.

Вместе с тем рассматриваются и недостатки ООР [6]: отсутствие индивидуального обучения; высокий процент самоисключения; оплата; цифровая некомпетентность; большой объём выборки курсов.

Методика преподавания находится в вечном развитии и поиске. Личный опыт преподавателя и его личный поиск непременно предшествует передаче знаний и формированию навыков и умений у студентов. Данное условие обязательное и необходимое. Оно является неременным условием использования индивидуальных форм организации учебной деятельности студентов (самостоятельная индивидуальная работа с учебниками, учебно-методическими пособиями, электронными образовательными ресурсами). Сначала каждый думает, действует индивидуально, создает свое представление об изучаемом вопросе, затем происходит обмен мнениями, обдумывание проблемы в группе и новый поиск.

### Список литературы

1 Andy Lane. *Global trends in the development and use of open educational resources to reform educational practices.* / L. Andy // *Unesco Institute for Information Technologies in Education*, November, 2010 P.1-11 [Http://mit.edu/index.htm](http://mit.edu/index.htm).

2 Бикмухаметова Д.Н. *Применение интерактивных и проектных методов при изучении математических дисциплин в вузе* / Д.Н. Бикмухаметова, А.Р. Миндубаева, Е.М. Нуриева // *Образование: традиции и инновации: материалы XVII междунар. науч.-практич. конф. – Прага, Чешская Республика: изд-во WOLD PRESS s.r.o., 2018. – С.51-55.*

3. Болотюк Л.А. *Применение интерактивных методов обучения на практических занятиях по теории вероятностей и эконометрике* / Л.А. Болотюк, А.М. Сокольникова, Е.А. Швед / *Интернет-журнал «Наукovedение», №3, 2013.* // [naukovedenie.ru/PDF/70pvn313.pdf](http://naukovedenie.ru/PDF/70pvn313.pdf).

4. Hylén Jan. *Giving Knowledge for Free: The Emergence of Open Educational Resources* / Hylén Jan. / *OECD Publishing, 2007. – P. 30. – DOI:10.1787/9789264032125-en.*

5. Газизова Н.Н. Учебно-методический комплект по математике для студентов технологического университета / Н.Н. Газизова, Г.А. Никонова, Н.В. Никонова / Высшее образование в России. –2018. Т.27, № 2. – С. 56-61.

6. Золотухин С.А. Преимущества и недостатки массовых открытых онлайн-курсов / Народное образование. Педагогика № 4, 2015. – С.97-102. <https://cyberleninka.ru/article/v/preimuschestva-i-nedostatki-massovyh-otkrytyh-onlayn-kursov>.

## **ЗАДАЧА КАК КОМПОНЕНТ СИСТЕМЫ ОБУЧЕНИЯ ИНФОРМАТИКЕ В ВУЗЕ**

И.В. Галыгина, Л.В. Галыгина

ФГБОУ ВО Тамбовский государственный технический университет «ТГТУ»,  
г. Тамбов

*Аннотация.* В работе рассматривается понятие «задача», ее компоненты, характеристики (сложность и трудность), особенности формулировок задач для дисциплины «Информатика» в вузе, алгоритмов решения в зависимости от уровня мыслительной деятельности обучающегося, раскрываются понятия «образовательная траектория» и «индивидуальная образовательная траектория».

В педагогике, психологии, теории и методике обучения разным дисциплинам в последние годы были проведены многочисленные исследования, посвященные различным проблемам теории задач. В частности, были сформулированы проблемы типологии задач, их структуры, постановки и поиска решения. Кроме того, в научных разработках был проведен анализ понятий «сложность» и «трудность» задачи.

Имеются исследовательские работы, связанные с формированием общих приемов учебной деятельности при решении различных задач. В этих работах изучены многие приемы деятельности, используемые при решении проблемных, нестандартных и творческих задач.

Обосновано, что решение задач является существенным звеном при создании системы ведущих знаний, обучающихся и способов их деятельности, основной формой учебной работы студентов в процессе изучения дисциплины, способствуя развитию их мышления.

Например, в высших учебных заведениях дисциплина «Информатика» должна быть направлена на формирование общепрофессиональных компетенций, выражающихся в умении решать стандартные задачи профессиональной направленности по приведенным алгоритмам (задания базового уровня).

Суть понятия «задача» заключается в том, что задача имеет несколько компонентов, являясь сложным объектом, а именно содержит уровень сложности; условие (определенного вида), алгоритм решения и результат (ответ).

При понимании условий и сути задачи важную роль играет переработка

информации субъектом восприятия. Опираясь на теорию слойно-ступенчатой модели переработки информации человеком (В.П. Зинченко, А.Н. Леонтьев), выделяющей три основных уровня этого отражения (сенсорно-перцептивные процессы, представления и речемыслительные процессы), делают заключение об условии задачи (полноте или неполноте) и конкретном виде задачи.

По своему составу мышление человека можно рассматривать как анализ в широком смысле этого слова. Идеальные действия с образами объекта (исследовательский процесс) и практические действия человека с объектами исследования выступают основой познания объективных структур, и формируют алгоритм решения задачи, выполнение которого зависит от типа мыслительной деятельности обучающегося. Как известно, существует два типа мыслительной деятельности: синтетический или левополушарный и аналитический – правополушарный. Синтетический тип мыслительной деятельности определяет зависимость известных величин от неизвестных, при этом образуется цепь перехода от известных величин к неизвестным. При аналитическом типе мыслительной деятельности решение строится поэтапным выражением неизвестных величин через известные величины по условию задачи.

Каждая задача характеризуется определенным уровнем сложности, являющейся объективной характеристикой, независимой от субъекта. Другой характеристикой задачи выступает трудность, которая представляет собой совокупность субъективных факторов, отражающих особенности деятельности обучающегося.

При изучении дисциплины «Информатика» в высших учебных заведениях во время лабораторных занятий в компьютерном классе целесообразно применять дифференцированные задачи, в том числе задачи повышенной сложности, которые способствуют успешному формированию общепрофессиональных компетенций обучающихся. Такие задачи можно обозначать, например, символом «\*», «\*\*» и т.п.

Уровень сложности содержания задачи соотносится с продуктивным уровнем мыслительной деятельности обучающегося:

- эвристическим,
- творческим,
- преобразующим.

При этом эвристический уровень предполагает решение нестандартных, творческих задач, проведение самостоятельных рассуждений и выводов.

Для творческого уровня характерна гибкость мышления, способность к решению не только нестандартных задач, но и к самостоятельной постановке проблем, выдвижению гипотез. На этом уровне обучающийся способен самостоятельно проводить исследование и делать выводы.

Преобразующий уровень связан с решением более сложных задач, требующих опоры на ранее изученный материал, междисциплинарные связи и владение обучающимся такими основными мыслительными операциями как анализ и синтез, специализация и обобщение, абстрагирование и конкретизация.

Одной из основных проблем образовательного процесса, как показывает практика, является то, что многие обучающиеся испытывают трудности в процессе решения задач.

Одним из решений указанной проблемы выступает использование образовательных траекторий, на основании которых строятся индивидуальные образовательные траектории обучающегося.

При этом учебная деятельность студента обеспечивается формулированием цели и её корреляцией с уровнем сформированных компетенций, которые можно проверить на лабораторных занятиях при выполнении соответствующих задач.

В этом случае преподаватель может предложить обучающемуся индивидуальную образовательную траекторию в зависимости от уровня подготовки студента, его желания углубить свои знания по изучаемой дисциплине. Индивидуальная образовательная траектория включает:

- уровень сложности задач и порядок их выполнения;
- возможность выполнения задач уровня выше базового с накоплением дополнительных баллов в балльно-рейтинговой системе оценивания;
- определение индивидуального минимума в баллах, необходимого для получения допуска обучающегося к сдаче зачета или экзамена по дисциплине.

В зависимости от уровня сложности задачи и уровня мыслительной деятельности обучающегося в информатике условия задач целесообразно представлять в трех видах: текстовом, табличном, графическом (логико-смысловая модель, чертеж, график, схема, диаграмма, рисунок и т. д.).

Например, запись условий задач на языке логико-смысловых моделей, позволяет получить «полизадачи», обеспечивающие организацию разноуровневого и многовариантного обучения.

Кроме того, уровень сложности задачи влияет на представление алгоритмов ее решения. Так на эвристическом уровне запись алгоритмов может быть выражена в табличной форме с пошаговыми инструкциями по выполнению каждой операции, необходимой для решения задачи конкретного типа. Для творческого уровня целесообразно использовать словесно-пошаговую запись алгоритмов, снабженную ссылками на справочный материал и алгоритмы, использованные ранее. Преобразующий уровень можно реализовать краткими комментариями по решению задачи.

Обобщая вышеизложенное, можно сделать вывод, что деятельность преподавателя в вузе при обучении информатики должна быть творческим процессом, направленным на создание новых интеллектуальных продуктов (задачи разного уровня сложности, «полизадачи», алгоритмы решений задач в зависимости от уровня мыслительной деятельности обучающегося и т.д.), способствующим реализации индивидуальной образовательной траектории и формированию общепрофессиональных компетенций обучающихся.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках проекта по договору № 19-413-680001\19.*

### Список литературы

1. Галыгина И.В. Конструирование индивидуальной образовательной траектории с учетом требований ФГОС третьего поколения // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского / И.В. Галыгина, Л.В. Галыгина. – Тамбов: Тамб. гос. техн. ун-т., 2011. - № 2 (33). - С. 146-153.

2. Галыгина И.В. Особенности конструирования образовательного процесса в высших учебных заведениях на современном этапе // Дополнительное профессиональное образование в обеспечении устойчивого социально-экономического развития региона: Материалы I международ. науч.-практ. конф. / И.В. Галыгина, Л.В. Галыгина, Н.П. Воскобойникова. - Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2014. - С. 153-159.

3. Леонтьев А.Н. Восприятие и действие / А.В. Запорожец, Л.А. Венгер, В.П. Зинченко, А.Г. Рузская. -М.: Просвещение, 1967. - 323 с.

## ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ОБУЧЕНИИ ХИМИИ

Л.Ф. Кожина, И.В. Косырева

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского»,  
г. Саратов

*Аннотация.* Целью процесса обучения является получение качественного образования, основанного на повышении самостоятельности и развития творческих способностей студентов и включающего методы организации, управления и контроля процесса обучения. Образовательные технологии отличаются между собой и зависят: от численности и уровня подготовленности студентов, от наличия контактных часов, от направления и профиля обучения.

Основной целью процесса обучения является получение качественного образования, что требует от преподавателя творческой активности, которая направлена на повышение самостоятельности и развития творческих способностей студентов [1] и включает методы организации, управления и контроля процесса обучения. В соответствии с учебным планом дисциплины, изучаемые в вузе, содержат обязательный вид обучения – лекции и самостоятельную работу студентов. Отличие в преподавании дисциплин заключается в наличии контактных часов, выделенных на лабораторные или практические занятия.

Образовательные технологии отличаются между собой и зависят:

- от уровня подготовленности студентов. Начальный период обучения в вузе наиболее сложный [2]. В последнее время процесс обучения химии в школе сводится к «натаскиванию» учащихся на выполнение заданий ЕГЭ. Наблюдается снижение уровня подготовки обучающихся по естественнонаучным дисциплинам [3, 4]. Преподаватель вуза сталкивается с ситуацией, когда обучающиеся имеют достаточно высокие баллы по результатам ЕГЭ, но у них



отсутствуют знания, умения и навыки самостоятельной и экспериментальной работы. В том числе, умения и навыки конспектирования лекций, анализа информации большого объема; способности учиться самостоятельно; к самоконтролю и самооценке; отсутствуют умения четко и ясно излагать свои мысли; и в целом проявляется неготовность студента к учению.

- от численности студентов на занятии: при потоковых лекциях, которые характеризуются присутствием большого числа студентов, лекция представляет собой, в основном, опорный план-конспект; при занятиях с малой группой студентов лекция, в большей степени, имеет поисково-диалоговый характер с элементами беседы-дискуссии, отсутствует авторитарный стиль проведения занятия.

- от наличия контактных часов (практические и лабораторные занятия) направленных на формирование исследовательской компетенции, включающей сознательное усвоение изучаемого материала, более четкого выделения признаков основных понятий и преемственность с другими дисциплинами.

- от направления и профиля обучения, выбранных студентами при поступлении в вуз. При отсутствии способностей к определенному виду деятельности, процесс обучения оказывается мало эффективным.

Инфантилизм является одной из проблем, имеющих в настоящее время у обучающихся. Психологи определяют инфантилизм как состояние, проявляющееся в разрыве между биологическим и социокультурным взрослением человека [5]. Он выражается в непринятии молодыми людьми новых обязанностей, связанных с процессом взросления и является нравственной незрелостью индивидуума. Основой инфантилизма является, в основном, лень и стремление уменьшить объем самостоятельной работы, которые в значительной степени проявляются у основной части молодого поколения.

В значительной степени молодому поколению присуще нестабильное эмоциональное состояние, неадекватные реакции на возникающие проблемы при обучении, которые обусловлены трудностями адаптации среди сверстников.

Основной задачей преподавателя является стремление вовлечь обучающихся в активный процесс усвоения изучаемого материала, который зависит от внешних и внутренних факторов (побудительных сил) мотивов, имеющих решающее значение при обучении [6, 7].

Дисциплина «Химия» непосредственно связана с формированием исследовательской компетенции, поскольку методы, на которых основывается химическая наука (анализ, эксперимент, моделирование и т.д.), во многом совпадают с основными компонентами данной компетенции. Формирование исследовательской компетенции студентов основано на использовании технологий деятельностного типа (ТДТ) таких как: учебно-исследовательская, проектная, информационно-коммуникативная, проблемно-диалоговая, блочно-модульного обучения и портфолио. Учебно-исследовательская деятельность организуется таким образом, чтобы студенты реализовали свои потребности социального взаимодействия, овладели нормами взаимоотношений и сотрудничества в коллективе. При этом необходимо, чтобы учебный материал

являлся источником для самостоятельного поиска при реализации научно-исследовательских результатов, обучающихся в процессе участия в студенческих конференциях, в работе школы «Юного химика», при подготовке школьников к выполнению проектов совместно с учителями школ и преподавателями вуза, при прохождении педагогической школьной практики.

Специфическая особенность изучения химии состоит в том, что химический материал невозможно вы зубрить, учитывая миллионы различных химических соединений и еще большее разнообразие химических взаимодействий. Но его можно достаточно легко усвоить, уловив логику и научившись химическому мышлению. Следовательно, научение мышлению является важнейшей задачей в повышении качества образования.

Способности к усвоению химии и деятельности в области химии включают [8]: химическую направленность ума, память, химический язык, химическое мышление, химическую интуицию, экспериментальные способности, способность осуществлять химические расчеты. Способность – от слова «способ» т.е. хорошие способы мышления. Способности – это индивидуально-психологические особенности личности, которые являются залогом успешного осуществления деятельности и обнаруживаются в динамике овладения способами и приемами. Способности необходимо развивать для достижения хороших результатов деятельности.

Кроме того, для оптимального и результативного процесса обучения, необходимо учитывать, что обучение должно быть доступным и посильным возрасту, т.е. соизмеримо со способностями и уровнем развития студентов конкретной группы.

Для воспитания молодого поколения, повышения качества образования необходимо объединить усилия психологов, педагогов, преподавателей химии и провести исследовательские работы по выявлению способностей студентов к выбранной профессиональной деятельности.

### Список литературы

1. Малышева М.А. *Современные технологии обучения и их роль в образовательном процессе / Современные технологии обучения в вузе (Опыт НИУ ВШЭ в Санкт-Петербурге)*. Под ред. М.А. Малышевой. - 2011. - С. 6-24.

2. Кожина Л.Ф. *Кураторство Неотъемлемая часть работы преподавателя Института химии СГУ // Международный научно-практический журнал «Теория и практика современной науки / Л.Ф. Кожина, И.В. Косырева, Т.А. Акмаева. - 2016. - № 3(9). - С.8.*

3. Ахметов М.А. *О целях обучения химии в школе, или почему учащимся не нравится химия? // Химия в школе / М.А. Ахметов. - 2016. - № 6. - С. 2-5.*

4. Малин А.Г. *Образовательные стандарты и педагогическая практика // Наука и школа / А.Г. Малин, Т.А. Боровских, Г.М. Чернобильская. - 2017. - №5. - С. 119-124.*

5. Королева Э.В. *Социальный инфантилизм среди студентов высших учебных заведений: выдуманная или реальная проблема? // Современные*

проблемы науки и образования / Э.В. Королева, Н.Г. Ивельская, А.Л. Чернышова. - 2017. - № 3.

6. Хамедова Г.И. К проблеме формирования мотивации изучения иностранного языка у студентов неязыковых специальностей. 2012. [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-probleme-formirovaniya-motivatsii-izucheniya-inostrannogo-yazyka-u-studentov-neyazykovykh-spetsialnostey>.

7. Старичкова Н.И. Формирование мотивационной сферы учащихся в процессе изучения биологии в школе // Вопросы биологии, экологии, химии и методики обучения: Сборник научных статей. Выпуск 21 / Н.И. Старичкова. - Саратов, 2019. - 34-37 с.

8. Волкова Е.В. Психология специальных способностей: дифференциционно-интеграционный подход / Е.В. Волкова. - М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2011.

## **ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПЛАТФОРМА BLACKBOARD В КУРСЕ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ДЛЯ МАТЕМАТИКОВ**

Д.С. Яковлева

Петрозаводский государственный университет,  
г. Петрозаводск

*Аннотация.* На основе образовательной платформы BlackBoard можно создавать сетевые образовательные модули (СОМ), позволяющие перенести часть образовательного процесса в электронный вид.

В настоящее время все больше учебных курсов высшей школы поддерживаются с помощью информационных технологий. Современным обучающимся гораздо удобнее и понятнее работать с электронными источниками. В условиях быстро меняющегося мира, бурного развития различных сетевых ресурсов необходимо создавать и поддерживать электронные образовательные технологии. Одной из таких технологий является платформа BlackBoard, которая позволяет создать на ее основе сетевой образовательный модуль (СОМ), представляющий собой полноценный курс для сопровождения обучения на протяжении всего его срока.

В Петрозаводском государственном университете, в физико-техническом институте (ФТИ) уже много лет используется платформа BlackBoard в качестве дополнительного электронного сетевого ресурса для обеспечения обучающихся учебными материалами. В частности, был создан и успешно апробирован на практике сетевой образовательный модуль «Физика. Базовый курс бакалавриата», на основе которого были созданы курсы для ряда направлений подготовки. Как пример такого ресурса можно назвать СОМ «Физика (ИМиИТ)», созданный для института математики и информационных технологий. Содержание и структура модуля направлены на адаптацию студентов к обучению в вузе и сопровождение самостоятельной работы по

освоению физики с помощью сетевых технологий. В состав СОМ входят методические материалы для студентов, тематические модули, глоссарий, справочные материалы по основным законам, тесты, домашние и контрольные работы, средства коммуникации. Тематические модули составлены из основ теории (конспектов лекций) с мультимедийными приложениями, практических занятий по решению задач, материалов и заданий для самостоятельной работы.

Трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц. Пять основных разделов физики - механика, молекулярная физика, электромагнетизм, оптика, атомная и ядерная физика – делятся на 20 тематических модулей. Каждый модуль состоит из следующих учебных элементов:

- основы теории – материал лекции в виде отдельных глав учебного пособия в формате pdf и/или презентация лекции – краткий мультимедийный конспект лекции в формате презентации PowerPoint;
- демонстрационный физический эксперимент – демонстрации физических опытов, заснятые на видеокамеру;
- практическое занятие – материалы для проведения практикума по решению задач на данную тему;
- домашнее задание – ссылка на тест, содержащий задачи для самостоятельного решения;
- ссылки на цифровые образовательные ресурсы.

Перед практическим занятием обучающиеся должны ознакомиться с материалом лекции по теме занятия, которая определяется в соответствии с графиком проведения практических занятий, и продумать ответы на вопросы для подготовки к занятию. Затем обучающийся должен выполнить тестовое задание. Баллы, полученные за тесты, суммируются и дают вклад в текущий рейтинг в соответствии с балльно-рейтинговой системой (БРС).

В СОМ присутствует также лабораторный практикум, который представляет собой методические указания для всех лабораторных работ, выполняемых в течение всего срока обучения, а также ряд работ, выполняемых на компьютере.

После практического занятия необходимо выполнить домашнее задание, которое представляет собой тест, состоящий из задач, генерируемых случайным образом из широкой базы (т.е. является индивидуальным для каждого студента). Срок домашних заданий указывается преподавателем заранее (с помощью инструмента «календарь»).

Успешность освоения курса физики оценивается по степени активности обучающихся на аудиторных занятиях и при работе с СОМ согласно балльно-рейтинговой системе. Баллы выставляются в течение всего срока обучения за различные учебные поручения, например: выполнение тестовых заданий при подготовке к практическим занятиям, решение задач у доски в аудитории, домашнее задание, контрольная работа. В случае пропуска занятия без уважительной причины вычитаются штрафные баллы. Обучающиеся имеют возможность наблюдать за своими текущими оценками. Итоговая оценка выставляется в соответствии с положением об использовании БРС. Такая

система использовалась на практике с обучающимися института математики и информационных технологий на протяжении последних трех лет и доказала свою эффективность тем, что значительно повысила мотивацию студентов к обучению, посещению занятий и выполнению учебных поручений.

Студенты-математики, как правило, демонстрируют высокий уровень умений работы с информационными технологиями, математическую эрудицию и хорошие навыки решения задач, что делает процесс их обучения физике достаточно эффективным и позволяет дать учебный материал в большом объеме. Опыт трехлетнего применения СОМ «Физика (ИМиИТ)» можно назвать удачным и рекомендовать к дальнейшему использованию.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕНТАЛЬНЫХ КАРТ В КУРСЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

Н.Н. Петрук, М.В. Гюльмагомедова  
Сургутский государственный университет,  
г. Сургут

*Аннотация.* В статье рассматривается методика применения ментальных карт по дисциплинам «Биология» и «Топографическая анатомия» медицинского института СурГУ. Ментальные карты используются на практических занятиях при решении тематических ситуационных задач по разделам дисциплин. Составление ментальных карт способствует эффективному усвоению полученной информации, а также помогает развивать клиническое мышление у обучающихся.

Обучение студентов в медицинских вузах предполагает поиск, отбор и запоминание большого объема информации за ограниченное время.

Одной из современных методик структурирования информации является использование ментальных карт (интеллект-карт, карт памяти), которые сегодня всё чаще рассматриваются в аспекте развития познавательной активности, креативного мышления обучающихся, их личностных и метапредметных компетенций, творческой индивидуальности [3].

Ментальная карта – это метод представления информации в графическом виде, отражающий связи (смысловые, ассоциативные, причинно-следственные и другие) между понятиями, частями, составляющими предметной области, которую мы изучаем (рассматриваем) [4].

Методика была разработана психологом Тони Бьюзенем в конце 1960-х гг. [1].

Т. Бьюзен выделяет следующие существенные отличительные черты интеллект-карт: а) объект внимания/изучения кристаллизован в центральном образе; б) основные темы, связанные с объектом внимания/изучения, расходятся от центрального образа в виде ветвей; в) ветви, принимающие форму плавных линий, обозначаются и поясняются ключевыми словами или образами. Вторичные идеи также изображаются в виде ветвей, отходящих от ветвей более высокого порядка; то же справедливо для третичных идей и т. д.; г) ветви форми-

руют связанную узловую систему [2].

Составление студентами ментальных карт выступает альтернативным методом обработки полученной информации.

Преимущества составления ментальных карт заключаются в наглядном представлении изучаемого материала, систематизации знаний, умении выделять главное и второстепенное.

На кафедре морфологии медицинского института СурГУ метод составления интеллект – карт используется при решении ситуационных задач по дисциплинам. Клинические ситуационные задачи повышают интерес к поиску решения моделируемой ситуации, а также помогают развивать клиническое мышление у будущих врачей.

На практических занятиях по курсу «Биология» при изучении раздела «Медицинская паразитология» студентам предлагается решить ситуационные задачи. При решении задач по пройденной теме необходимо составить интеллект – карту. Данный вид работы позволяет обучающимся структурировать новый материал и облегчает его запоминание через визуализацию ключевых понятий. При составлении ментальной карты студент может воспользоваться учебной литературой, материалами лекций, а также периодическими изданиями.

Интеллект – карта может быть выполнена на листе бумаги и представлена студентами в виде древовидной схемы, где центральное положение занимает условие задачи. От центрального звена карты отходят «ветки» первого и второго уровня, в зависимости от степени важности ключевых понятий. Для улучшения наглядности рекомендуется сопровождать ключевые понятия рисунками.

Пример составления ментальной карты по теме «Протозоология»: в центре листа отображаются основные понятия из условия ситуационной задачи. Решение задачи идет последовательно, ответы на поставленные вопросы представляются в виде ветвей первого уровня. Линии проводятся с правой части ментальной карты по часовой стрелке. Например, первый ответ на вопрос задачи, это определение вида паразитического простейшего. От условия задачи отводится широкая линия вправо, вдоль которой студент пишет название паразита на русском и латинском языке – это «ветка» первого уровня, от которой проводится узкая линия (ветка «второго» уровня). Для наглядности карты второй уровень представляется в виде рисунка – морфологическое строение простейшего паразита. Далее от центрального звена по часовой стрелке отображаются все последующие ответы на вопросы задачи, такие как жизненный цикл паразита, основные методы диагностики, профилактика и т.д.

В целом, использование метода ментальных карт в курсе морфологических дисциплин позволяет повысить результативность познавательной деятельности, способствует эффективному усвоению полученной информации, а также помогает развивать клиническое мышление у обучающихся.

### **Список литературы**

*1. Андрюхина Л.М. Ментальные карты (интеллект – карты) как контрольно-оценивающее средство по дисциплине «История и методология*

педагогической науки» // Сборник научных трудов IX Международной научно – практической конференции «Формирование кадрового потенциала СПО – инновационные процессы на производстве и в профессиональном образовании». Екатеринбург, 2016. - С.78 – 86.

2. Бьюзен Т. Карты памяти. Используй свою память на 100% / Т. Бьюзен. – М.: Росмэн – Пресс, 2007. – 96 с.

3. Кравченко Г.В., Петухова Е. А. Создание и использование ментальных карт как средства когнитивной визуализации при обучении студентов вуза Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета. - 2018. - № 3 (47).

4. Петрова И.А., Егармин П. А. Методические аспекты использования ментальных карт в процессе обучения. Решетневские чтения. - 2014.- Информационно-образовательная среда вуза (Совместно с КГПУ имени В.П. Астафьева). – С. 310-313.

## **БЛОГГИНГ: ТИПОЛОГИЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ БЛОГОВ**

М.Р. Нашхоева

Кандидат филологических наук, доцент кафедры английского языка  
факультета иностранных языков ЧГУ,

г. Грозный,

Сотрудник филологического факультета

МГУ имени М.В. Ломоносова,

г. Москва

***Аннотация.** В статье детально изучаются различные виды блогов. Анализируются основные функции блогов, такие как коммуникативная, функция саморепрезентации, развлечения и т.д. Также рассматриваются основные цели использования блогов в сети Интернет, их характеристики. Делается вывод, что блог представляет собой асинхронный жанр массовой коммуникативной направленности, основной характеристикой которого является средняя степень динамизма.*

***Ключевые слова:** блог, блоггинг, асинхронность, сетевой дневник, Twitter, Интернет, коммуникация.*

Одним из современных способов коммуникации на данный момент является блог. Впервые данный термин был придуман Джорном Баржером в 1997 году и образовался путём слияния двух слов «web» и «log», что означает «сетевой журнал или дневник событий». Всеобщую известность как Интернет-сервис блоги получили в 2001 году, затем стали повсеместно использоваться в 2003 году.

С развитием блог-технологий стало возможным более широкое использование мультимедиа, что дало начало следующим видам блогов: фотоблог – основное содержание составляют фотографии (например, Tumblr.com); видео-блог, содержащий видеофайлы (vblogs); моб-блог, материал которого пользователи могут загружать со своих мобильных телефонов; артблог

– рисунки автора блога, музыкальный блог – музыка; подкаст или блогкастинг – основное содержание блога надиктовывается и выкладывается в виде MP3-файлов. Одной из разновидностей **блоггинга** является также **микроблоггинг** (англ. micro-blogging), он позволяет пользователям писать короткие заметки и публиковать их; каждое сообщение такого рода может быть просмотрено и прокомментировано в режиме чата любым пользователем, либо ограниченной группой лиц, которые могут быть выбраны пользователем. Данные сообщения могут быть переданы различными способами, включая такие, как текстовые сообщения, мгновенные сообщения, электронная почта и т.д. В настоящее время наиболее популярным сервисом микроблоггинга является Twitter, который был открыт в 2006 г. Следует отметить, что эти две формы общения в Интернете (блоги и микроблоги) практически не уступают друг другу по популярности.

В словаре *Encyclopedia Britannica* «Twitter» определяется как «online microblogging service for distributing short messages among groups of recipients via personal computer or mobile telephone». «**Twitter** (от англ. tweet – «щебетать», «болтать») – это сервис микроблогов. Уникальная платформа, где все обмениваются короткими сообщениями, длиной до 140 символов. Все сообщения аккумулируются сервисом в режиме реального времени. К коротким сообщениям (твиты) можно прикреплять изображение, видео, геометки, делиться ссылками на любые страницы».

Страница сетевого дневника представляет собой список записей, следующих друг за другом в хронологическом порядке, и набора гиперссылок, ведущих на другие страницы с дополнительной информацией об авторе дневника и дневнике. Благодаря организации записей в обратном хронологическом порядке, вновь создаваемая запись оказывается в самом верху главной страницы блога, без всякого структурирования становится видна всем посетителям и подписчикам. Записи в онлайн-дневниках, как и в форумах, называют постами. Количество гиперссылок и их местоположение на странице варьируются.

Следует отметить, что блог представляет собой **асинхронную коммуникацию**, об этом свидетельствует тот факт, что, как и при общении на форуме, комментарии читателей блога могут быть разделены продолжительным периодом времени, а сообщения ориентированы на локально и темпорально отдаленного адресата, адресат не знает, когда его сообщение будет прочитано. Данный факт свидетельствует так же о средней степени динамизма данной коммуникации. Оформление комментария в блогах, также как и в форумах, имеет либо древовидную, либо линейную структуру. Модератором блога является сам автор сетевого дневника. Блоговое общение, в отличие от форумного, является менее регламентированным.

### **Функциональный потенциал блогов**

Ведение сетевого онлайн-дневника представляет собой новую форму самовыражения и саморепрезентации посредством общения, где сетевой дневник выступает средством коммуникации. Исходя из этого, следует выделить следующие основные функции блогов:

- коммуникативная функция;



- функция саморепрезентации;
- функция развлечения;
- сплочения и удержания социальных связей;
- функция мемуаров;
- функция саморазвития или рефлексии;
- психотерапевтическая функция.

Основная коммуникация в жанре блога идет по принципу «один – многим», где автор выкладывает на публичное обозрение свои мысли, суждения, которые комментируются другими читателями. Это происходит из-за открытости блогов и принципиальной направленности на широкую аудиторию. Жанр блога имеет две основных цели использования: фиксация и передача информации, также блог можно отнести к сфере непрофессиональной журналистики.

Несмотря на многообразие классификаций, все блоги имеют ряд устойчивых характеристик. По мнению Л.К. Раицкой, блоги носят личный характер, им свойственна социальность, также исследователь отмечает, что блоги – это сообщество писателей и читателей, которые образуют коммуникативную среду, характеризующуюся полилогом [Раицкая, 2011]. Кроме того, блоги имеют временную характеристику, поскольку существуют во времени [Филатова, 2009:61].

**Подводя итоги, следует отметить, что блог представляет собой асинхронный жанр массовой коммуникативной направленности, основной характеристикой которого является средняя степень динамизма, как отмечалось ранее, процесс развития происходит по модели «один-многим».**

### Список литературы

1. Волохонский В.Л. Психологические механизмы и основания классификации блогов // *Личность и межличностное взаимодействие в сети Internet. Блоги: новая реальность* / В.Л. Волохонский. – Санкт-Петербург: Изд-во СПбГУ.
2. Галичкина Е.Н. Специфика компьютерного дискурса на английском и русском языках (на материале жанра компьютерных конференций): Дис ... канд. филол. наук. – Астрахань, 2001. – 212 с.
3. Лутовинова О.В. Лингвокультурологические характеристики виртуального дискурса. Дисс...канд. филол. наук. – Волгоград, 2009. – 511 с.
4. Раицкая Л.К. Дидактические и психологические основы применения технологий Веб 2.0 в высшем профессиональном образовании: Монография. – М.: МГОУ, 2011. – 173 с.
5. Филатова А.В. Оптимизация преподавания иностранных языков посредством блог-технологий (для студентов языковых специальностей вузов): Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 2009. – 197 с.
6. *Encyclopedia Britannica* [Electronic resource]. – URL: <http://www.britannica.com/>

# СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ РОССИЙСКОЙ СИСТЕМЫ СРЕДНЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

И.И. Исхакова

ФГБНУ «Институт педагогики, психологии и социальных проблем»,  
г. Казань

*Аннотация.* История средне профессионального образования. Получение доступного профессионального образования. Трудности адаптации к новым требованиям экономики. Появление конкуренции на рынке труда среди рабочей силы. Повышение личности будущего специалиста. Влияние новых социально – экономических условий при развитии профессионального образования.

*Ключевые слова:* Профессиональное образование, профессиональная структура, трудности в экономике, конкуренция на рынке, потребность в специалистах, повышение личности специалиста.

В результате постоянного изучения и теоретического осмысления истории системы средне профессионального образования появляется возможность последовательного решения существующих проблем. Так как система средне профессионального образования – это педагогическое явление.

Иначе система среднего профессионального образования – социальный институт, имеющий свою специфику в профессиональной структуре образовательного комплекса, своеобразную социально-культурологическую предысторию, свою логику развития. Кроме разрушения, и ослабления социально-экономических основ развития общества подчинения системы средне профессионального образования к другим системам образования ничего не приносит.

Колледжи и техникумы в России обеспечивают достаточно доступного и массового профессионального образования, направленного на подготовку специалистов среднего звена, повышение образовательного и культурного уровня личности. Это говорит о необходимости сохранения ведущей роли государства в финансировании среднего профессионального образования.

Однако, с огромными трудностями, новыми требованиями экономики сталкивается система среднего профессионального обучения. Уровень социально-экономической адаптации к рынку труда выпускников колледжей и техникумов, отражает его потребности недостаточно. Возникает необходимость создания новых условий для социальной трансформации, сохранения сети учебных заведений, стабилизации преподавательского состава, создания новых образовательных стандартов, совершенствования дальнейшего его развития, изменение структуры подготовки. Появляются тенденции расширения не только гуманитарной и экономической подготовки специалистов среднего звена, но и технической.

Появление конкуренции среди рабочей силы, наметившаяся в последние годы ориентация работодателей на профессионализм и опытность работника хотя самым существенным образом и осложнили положение выпускников колледжей и техникумов на рынке труда. Но несмотря на это молодежь

стремится к получению среднего профессионального образования. Развитие экономики, повышение технологической культуры производства, обеспечение административно-технической поддержки процессов управления, развитие рыночной инфраструктуры, технического, информационного и социального сервиса обуславливают необходимость увеличения потребности в специалистах среднего звена.

Подготовка личности, конкурентоспособной в условиях рынка труда, обладающей личностными и профессиональными качествами, способствующими формированию умений решать задачи в процессе разнообразных видов деятельности является ведущей целью образования в новых экономических условиях России. Поиск и реализация оптимальных путей развития личности, способной к самоактуализации в процессе многолетней интеллектуально-активной социальной, трудовой жизни является основной педагогической задачей.

Мощным фактором повышения образовательного и культурно-технического уровня личности будущего специалиста, всестороннего развитого, на современном этапе появляется, осуществляя большой исторический путь, системы среднего профессионального образования.

Для дальнейшего развития личности в процессе обучения в системе среднего профессионального образования не только получают специальности, но и создаются условия. Регулярно должны проводиться лекции и мастер-классы привлекая ведущих российских специалистов для повышения уровня подготовки студентов.

В результате перехода на рыночные отношения перед системой профессионального образования новые цели, решение которых мы видим в глубоких преобразованиях системы профессионального образования. Эти преобразования целесообразно представлять в виде двух взаимосвязанных процессов: совершенствование существующей образовательной системы и формирование новых концептуальных подходов и условий ее развития на основе прогнозных оценок и стратегических направлений, в соответствии со структурными сдвигами в экономике и социальной политики государства. В результате возникновения профессионального образования новой системы предполагалось развитие и становление личности человека как профессионала в течение всей жизни и поэтому должна:

- предоставить отдельной личности свободу в выборе образовательных траекторий в соответствии со своими способностями, запросами и возможностями;
- учитывать потребности заказчиков профессиональных кадров в подготовке мобильных, ориентированных на рыночные отношения специалистов;
- способствовать развитию демократических свобод в деятельности профессиональных образовательных учреждений, выстраивающих свои оригинальные образовательные программы.

Это послужило толчком в развитии профессионального образования и, как

показало исследование, наиболее перспективным направлением его развития будет широкая диверсификация, которая обеспечит развитие образовательной системы России и будет способствовать:

– предоставлению отдельной личности свободу в выборе образовательных траекторий в соответствии со своими способностями, запросами и возможностями;

– учитывать потребности заказчиков профессиональных кадров в подготовке мобильных, ориентированных на рыночные отношения специалистов;

– способствовать развитию демократических свобод в деятельности профессиональных образовательных учреждений, выстраивающих свои оригинальные образовательные программы.

В стране стали складываться новые социально-экономические отношения, которые повлияли на формирование содержания профессионального образования. Оно стало развиваться путем количественных – появление новых профессий (специальностей) и специальностей (специализаций) и качественных изменений – гуманитаризации содержания обучения. Эти процессы легли в основу развития содержательного компонента диверсифицированной педагогической системы среднего профессионального образования.

Таким образом, на наш взгляд, в процессе системы среднего профессионального образования возникает две составляющие: профессиональное образование и дополнительное образование. Последнее реализуется при повышении квалификации и переподготовке высвобождаемых работников, незанятого населения и призвана способствовать обеспечению эффективной, свободно избранной занятости граждан, удовлетворению потребностей в обучении и повышении роста профессионального мастерства, усилению конкурентоспособности кадров в условиях рыночной экономики, их профессиональной мобильности и социальной защищенности.

### **Список литературы**

1. Иванникова Е. Профобразование требует профессионалов / Е. Иванникова // Вечерний Волгодонск, №41 (453), 2001.

2. Ермоленко В.А. Основные тенденции развития базового профессионального образования / В.А. Ермоленко. – М. Педагогика, 1995.

3. Южакова И. Дать образование - обязанность взрослых» / И. Южакова // Волгодонская правда № 528, 12.04. 1991.

4. История педагогики. Часть 1 / Под ред. Пискунова А.И. - М.: ТЦ СФЕРА, 1998.

5. История педагогики. Часть 2 / Под ред. Пискунова А.И. - М.: ТЦ СФЕРА, 1998.

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

И.И. Исхакова, В.Ш. Масленникова

ФГБНУ «Институт педагогики, психологии и социальных проблем»,  
г. Казань

*Аннотация.* Качество профессионального образования. Научно-методическое обеспечение инновационных процессов. Управление инновационными процессами развития образования. Результат научно-методической деятельности. Основные направления деятельности научно-методической работы.

*Ключевые слова:* Инновационное развитие, качество образования, научно-методическое обеспечение, информационный элемент, методический комплекс, анализ медиатекстов, инновационное развитие образования.

Эффективность в экономике – это всегда отношение полученного эффекта или результата к затратам на него. Экономическим результатом или «эффектом» любого предприятия выступает прибыль (некая материальная составляющая), она же является и основным оценочным показателем его деятельности. Что касается системы образования, то эффективность в образовании нельзя измерить прибылью, так как духовные ценности – предоставление образовательных услуг – не являются материальной составляющей общества.

Эффективность всех ресурсов, в том числе и кадровых в современных условиях развития системы образования является показателями эффективного развития любой образовательной организации. Обязательным условием эффективного развития образовательной организации является оценка эффективности преподавательской деятельности.

Оценка эффективности деятельности преподавателя профессиональной образовательной организации обеспечивает функционирование системы управления качеством образования, и позволяет контролировать изменение кадрового потенциала, активность работы, выявлять и поддерживать положительные стороны в работе педагогического коллектива. Все это является внедрением внутренней, комплексной системы оценки качества работы преподавателя.

Комплексная оценка преподавательской деятельности является условием обеспечения качества и эффективности образования. Процесс оценки должен охватывать различные стороны деятельности педагога для обеспечения ее гибкости и своевременного устранения причин, влияющих на качества достигаемых результатов. Поэтому при выборе источников информации о педагоге в условиях функционирования внутренних систем оценки качества образования необходимо учитывать современные аспекты их профессиональной деятельности преподавателя:

1. Трудности – новшество в образовании увеличивают сложность профессионально-педагогической деятельности, связанные с интеллектуальным и эмоциональным напряжением, преодолением психологических затруднений;

2. Инновации – развитие современного колледжа обуславливает появление новых содержательных и процессуальных характеристик педагогической деятельности;

3. Творчество – освоение новых профессиональных ситуаций требует достижение креативного уровня деятельности; чтобы успешно решать профессиональные задачи, педагог должен быть способен к проявлению творческой активности и реализации нестандартных подходов;

4. Разнорабочие – изменения в сфере образования сопровождаются расширением профессиональных функций педагога (функции консультанта, проектировщика, исследователя и другие);

Качество работы преподавателя колледжа проявляется на уровне выполнения различных видов деятельности, результатом которых является развитие способностей у студентов к самостоятельному обучению и проведению научных исследований, формирование у будущего специалиста качеств, способствующих его конкурентоспособности на рынке труда, и становлению личности, способной к саморазвитию. Достижение этого результата будет заключаться в эффективности труда преподавателей, которая напрямую связана с их профессиональной компетентностью. Развитие и рост у преподавателя колледжа уровня педагогического мастерства, профессиональной компетентности непосредственным образом влияет на повышение качества образовательного процесса в колледже. Владение набором компетенций помогает достичь преподавателю высокого уровня мастерства и повысить эффективность своего труда. Формирование и развитие компетенций преподавателя, становление его как высокопрофессионального специалиста происходит постепенно и развивается в процессе осуществления трудовой деятельности.

Специфика трудового процесса в колледже заключается в постоянном взаимодействии преподавателей и студентов, эффективность его осуществления обуславливается качеством деятельности преподавателя, качеством подготовки студентов и уровнем организации трудовой деятельности. Оптимизация трудовой деятельности преподавателя предусматривает ее научную организацию, создание условий для эффективного труда. Все виды деятельности преподавателя колледжа связаны между собой, и эффективность трудового процесса зависит от целесообразности выстроенных взаимосвязей всех элементов процесса, их направленности на достижение общей цели. Результативность процесса возрастает в зависимости от уровня мастерства и профессионализма преподавателя, которые проявляются в успешном решении поставленных задач и в эффективном достижении целей образовательного процесса.

Социальные факторы (степень зависимости материального вознаграждения студентов от качества их знаний, степень зависимости материального вознаграждения преподавателей от качества подготовки студентов, уровень развития системы социального обеспечения студентов и преподавателей в колледже); психофизиологические факторы, обусловленные индивидуальными

особенностями человека, влияющих на время, затраченное преподавателем на передачу учебной информации и студентам на ее восприятие, а также на выполнение другой деятельности преподавателей (степень ответственности, уровень профессионализма, отношение к своей профессии, способность к обучению, состояние здоровья, возраст и др.). Выделенные факторы формируют внутреннюю среду колледжа, т.е. качество трудовой жизни.

Эффективность трудовой деятельности персонала организации основывается, прежде всего, на создании соответствующих условий труда, организации рабочих мест, обеспечении оплаты труда. Взаимосвязь эффективности трудовой деятельности с уровнем развития профессиональной компетентности преподавателей, обеспечивающей рост конкурентоспособности колледжа.

### Список литературы

1. Найн А.Я. Педагогические инновации и научный эксперимент // Педагогика. – 1996. – № 5. – С. 10-15.
2. Вильданова Ф.З. Исследования инноваций в системе педагогического образования // Профессиональное образование. - Казанский педагогический журнал. – 1997. – № 3. – С. 14-21.
3. Владимирова А.П. Инновационные тенденции в образовании, как фактор развития педагогического опыта: Автореферат дис. канд. пед. наук. – Саратов, 1997
4. Малахов Н.Д. Нововведения в региональном управлении образованием // Педагогика. – 1996. - №4. – С. 27-32.
5. Мухаметзянова Г.В. Методология проектирования и развития системы среднего профессионального образования в регионе. – Казань: ИСПО РАО, 1998. – 128с.
6. Бургин Н.Р. Инновации и новизна в педагогике // Советская педагогика. – 1989. – № 12.

## ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

### СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЦИКЛОВ ВОЗДУШНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН

У.С. Балыкина, И.А. Кабанова  
Национальный исследовательский университет МЭИ,  
г. Смоленск

*Аннотация.* Рассмотрены особенности организации циклов воздушных холодильных машин с одноступенчатым и двухступенчатым сжатием. Приведена сравнительная оценка значений основных характеристик циклов воздушной холодильной машины с целью определения целесообразного использования установки с той или иной организацией цикла.

На современном этапе воздушные холодильные машины (ВХМ) имеют ограниченную область применения. Это связано с тем, что основным недостатком ВХМ является большие габаритные характеристики установки, что объясняется малой плотностью воздуха, а, следовательно, и большими объемами рабочего агента. Главным достоинством воздушных холодильных машин является использование экологически чистого и неограниченного рабочего агента – воздуха. Низкие температуры в ВХМ получаются путем расширения рабочего агента с получением полезной работы. Производство холода осуществляется в холодильной камере. Цикл простейшей ВХМ построен на двух изобарах и двух адиабатах. Исследования в области ВХМ позволяют отметить более эффективную работу ВХМ с двухступенчатым сжатием. Двухступенчатое сжатие позволяет улучшить степень термодинамического совершенства цикла ВХМ путем уменьшения температуры перегрева и переохлаждения рабочего тела.

Целью данного исследования является сравнение эффективности работы цикла ВХМ с одноступенчатым сжатием по сравнению с циклом ВХМ с двухступенчатым сжатием.

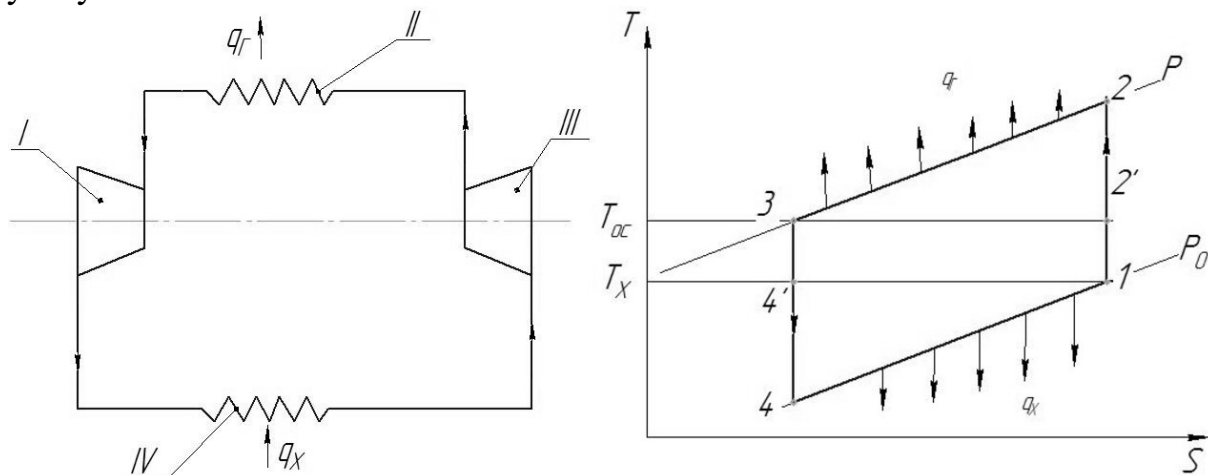


Рис. 1. Схема и цикл ВХМ с одноступенчатым сжатием:  
 I – турбодетандер, II – охладитель, III – турбокомпрессор,  
 IV – теплообменник холодильной камеры

На рисунке 1 представлена схема и термодинамический цикл одноступенчатой ВХМ. Для осуществления в данной установке адиабатного сжатия рабочего агента в турбокомпрессоре (процесс 1-2) требуется подвод внешней энергии. В результате данного процесса увеличивается давление с  $p$  (давление за турбокомпрессором) до  $p_0$  (давление окружающей среды), также увеличивается температура. Процесс 2-3 – изобарное охлаждение рабочего агента в охладителе. Охлаждение осуществляется за счет отвода тепла в горячий источник. Процесс 3-4 – адиабатное расширение рабочего агента в турбодетандере, давление уменьшается. При этом газ совершает полезную работу. Процесс 4-1 – изобарное нагревание рабочего агента в теплообменнике холодильной камеры. Нагрев осуществляется за счет подвода тепла от объекта охлаждения[1].



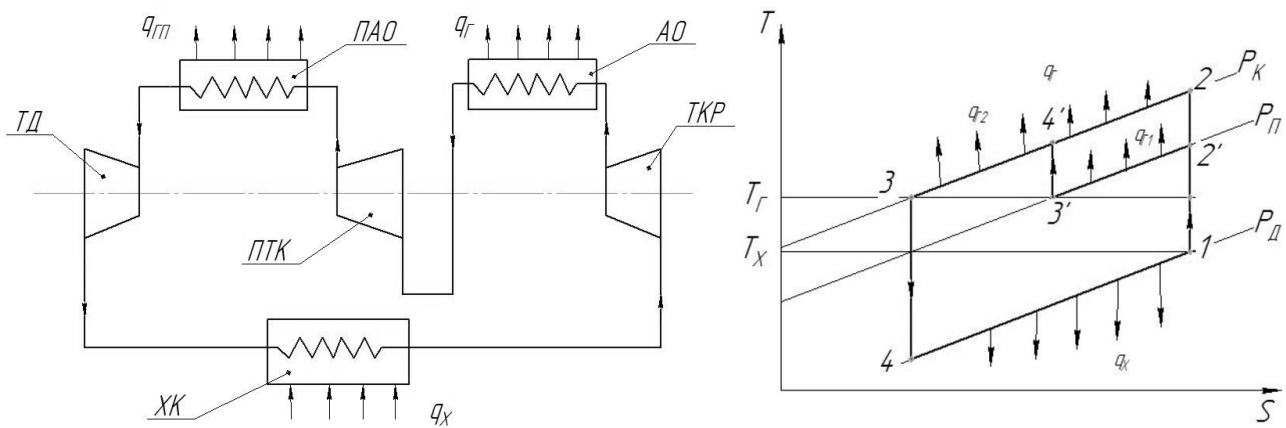


Рис. 2 Схема и цикл ВХМ с двухступенчатым сжатием:

ТД – турбодетандер, ПТК – промежуточный турбокомпрессор, ТКР – основной турбокомпрессор, ПАО – промежуточный атмосферный охладитель, АО – атмосферный охладитель, ХК – холодильная камера; 1-2-3-4-1 – цикл ВХМ без регенерации, 1-2'-3'-4'-3'-4'-1 – цикл с двухступенчатым сжатием; 1-2 – процесс сжатия в первой ступени ТД, 3'-4' – процесс сжатия в ПТК, 2'-3' – охлаждение после первой ступени в АО, 4'-3 – охлаждение после второй ступени в ПАО

На рисунке 2 представлена схема и термодинамический цикл двухступенчатой ВХМ. Сжатие газа происходит последовательно в двух ступенях турбокомпрессора. После каждой ступени сжатия происходит изобарное охлаждение с отводом тепла в горячий источник. В процессе 2'-3' рабочее тело охлаждается до температуры горячего источника, поэтому  $T_3 = T'_3 = T_г$ . Будем считать цикл 1-2-3-4 исходным циклом, а цикл 2'-2-4'-3' – дополнительным.

При сжатии газа в двухступенчатом турбокомпрессоре затрачивается меньше энергии, чем при сжатии в одноступенчатом турбокомпрессоре, работающем в тех же пределах давления.

Проанализируем ВХМ с одноступенчатым и двухступенчатым сжатием. Примем холодопроизводительность установки 150 кВт, температуру воздуха на входе в турбокомпрессор  $T_1 = 289$  К и перед турбодетандером  $T_3 = 314$  К, давление сжатого воздуха  $p_2 = 0,6$  МПа, давление воздуха перед компрессором  $p_1 = 0,2$  МПа, промежуточное давление  $p_п = 0,4$  МПа, показатель адиабаты  $k = 1,4$ , теплоемкость воздуха  $c_p = 1,01$  кДж/кг · К.

Расчетные формулы цикла ВХМ с одноступенчатым сжатием[2]:

- Удельная работа, затраченная на проведение процесса  $l$ , кДж/кг:

$$l = l_k - l_d, \quad (1)$$

где  $l_k$  – работа турбокомпрессора, кДж/кг;

$l_d$  – работа турбодетандера, кДж/кг.

- Холодильный коэффициент,  $\epsilon$ :

$$\epsilon = \frac{1}{\epsilon}, \quad (3)$$

где  $\epsilon$  – удельный расход энергии.

- Эксергетический КПД установки (по средней температуре)  $\eta_e$ , %:

$$\eta_e = \varepsilon \cdot \left( \frac{|T_0^{\text{cp}} - T_{\text{o.c.}}|}{T_0^{\text{cp}}} \right), \quad (4)$$

где  $T_0^{\text{cp}} = \frac{T_1 + T_4}{2}$ , °C;

$T_{\text{o.c.}}$  – температура окружающей среды, °C.

Расчетные формулы цикла ВХМ с двухступенчатым сжатием[1]:

- Удельная работа, затраченная на проведение процесса  $l$ , кДж/кг:

$$l = l_{\text{ц}} - l_{\text{ц}}^{\text{д}}, \quad (5)$$

где  $l_{\text{ц}}$  – удельная работа исходного цикла, кДж/кг;

$l_{\text{ц}}^{\text{д}}$  – удельная работа дополнительного цикла, кДж/кг.

- Холодильный коэффициент,  $\varepsilon$ :

$$\varepsilon = \frac{1}{\frac{\left(\frac{T_{2'}}{T_3} - 1\right) \cdot T_3 + \left(\frac{T_{4'}}{T_3} - 1\right) \cdot T_3}{\left(\frac{T_1}{T_4} - 1\right) \cdot T_4} - 1}, \quad (6)$$

где  $T_{2'} = T_1 \left(\frac{p_{\text{п}}}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{k}}$ ;

$T_{4'} = T_3 \left(\frac{p_2}{p_{\text{п}}}\right)^{\frac{k-1}{k}}$ ;

$T_4 = \frac{T_3}{\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{k}}}$ .

- Эксергетический КПД установки (по средней температуре) определим по формуле 4.

Результаты расчета цикла ВХМ с одноступенчатым и двухступенчатым сжатием представлены в таблице.

Сравнительные данные

Искомая величина	Цикл ВХМ с одноступенчатым сжатием	Цикл ВХМ с двухступенчатым сжатием
$l$ , кДж/кг	22,1	17,05
$\varepsilon$	2,8	3,5
$\eta_e$ , %:	36,8	45,9

Полученные значения холодильный коэффициент и эксергетического КПД цикла ВХМ с двухступенчатым сжатием примерно на 20 % больше по сравнению со значениями для цикла ВХМ с одноступенчатым.

При этом следует отметить, что эффективность цикла с двухступенчатым сжатием зависит от значения промежуточного давления в цикле [3]. В связи с чем для повышения эффективности работы ВХМ с двухступенчатым сжатием актуальным вопросом является определение оптимального значения промежуточного давления.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что целесообразно на практике использовать цикл ВХМ с двухступенчатым сжатием, так как работы на совершение цикла затрачивается меньше, а эксергетический КПД при этом увеличивается.

### Список литературы

1. Дьяченко Ю.В. Исследование термодинамических циклов воздушно–холодильных машин: монография. - Новосибирск: изд-во НГТУ, 2006. - 404 с.
2. Бродянский В.М. Эксергетический метод термодинамического анализа. – М.: Энергия, 1973. – 296 с.
3. Иванова А.П. Эксергетический анализ ВХМ / А.П. Иванова // XVIII Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых «Современные техника и технологии» СТТ-2012, Томск, 2012. – С. 183–184.

## РАЗРАБОТКА ТЕРМОХРОМНЫХ СРЕД ДЛЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО СВЕТОРЕГУЛИРУЮЩЕГО ОСТЕКЛЕНИЯ

О.В. Януш<sup>1</sup>, Л.В. Максимов<sup>2</sup>, Е.А. Яшкевич<sup>3</sup>, Т.С. Гусарова (Маркова)<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Институт химии силикатов им. И. В. Гребенщикова РАН,  
г. Санкт-Петербург;

<sup>2</sup> АО «НПО Государственный Оптический институт им. С.И. Вавилова»,  
г. Санкт-Петербург;

<sup>3</sup> ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет  
промышленных технологий и дизайна»  
Высшая школа технологи и и энергетики,  
г. Санкт-Петербург

*Аннотация.* Впервые в мире предлагается решение проблемы энергосбережения при эксплуатации зданий за счет использования нового продукта – светорегулирующего термохромного остекления, автоматически регулирующего освещенность помещения солнечным светом за счет динамического отклика на постоянно меняющиеся погодные условия, что снижает энергопотребление и выбросы углекислого газа и обеспечивает тепловой комфорт в помещениях.

Разработанный нами термохромный материал активирован комплексами переходных металлов, которые могут изменять свое строение под воздействием световых или тепловых потоков и обратно менять свое светопропускание и/или цвет. ЭСТО включает в себя термохромную среду с изменяющимся светопропусканием, находящуюся между двумя стеклами, которая может быть выполнена в виде полимерной пленки, либо жидкости или геля. Результаты обработки электронных спектров систем, содержащих комплексы переходных металлов, позволяют получить сведения о стехиометрии и структуре образующихся комплексов, что дает возможность оптимизировать состав растворов и получать эффективные среды для энергосберегающего светорегулирующего остекления.

Современное состояние энергозависимости человеческой цивилизации ставит задачу поиска и создания новых энергосберегающих технологий и материалов. Усилия мировых научных сообществ направлены на решение

проблем, обусловленных вызовами времени, среди которых приоритетными являются проблемы, связанные с более широким вовлечением в оборот источников энергии, альтернативных невозобновимым.

Впервые в мире предлагается решение проблемы энергосбережения при эксплуатации зданий за счет использования нового продукта – светорегулирующего термохромного остекления, автоматически регулирующего освещенность помещения солнечным светом за счет динамического отклика на постоянно меняющиеся погодные условия, что снижает энергопотребление и выбросы углекислого газа и обеспечивает тепловой комфорт в помещениях.

Созданное нами энергосберегающее светорегулирующее термохромное остекление (ЭСТО) предназначено для автоматической регулировки освещенности, создания комфортных условий и энергосбережения в жилых и производственных помещениях и разработано на базе «стандартного» стеклопакета с находящимся на его внутреннем стекле низкоэмиссионным покрытием Low E («тепловым зеркалом»), отражающим в далеком ИК-диапазоне (10 мкм), широко используемого в России и за рубежом, в частности, регламентированного законодательством Евросоюза к обязательному применению при строительстве зданий. Для исключения потерь на конвекцию и теплопроводность в современных окнах (стеклопакетах) оптимизируют ширину межстекольного промежутка (1.5-2 см) и заполняют его тяжелоатомным инертным газом (аргоном, криптоном). Использование ЭСТО совместно с выпускаемым промышленностью стеклом с низкой излучательной способностью в форме стеклопакета позволяет осуществить регулируемый обогрев домов с «нулевым» энергопотреблением за счет создания «умных» фасадов.

Использование ЭСТО в качестве энергоэффективного окна летом позволит свести к нулю тепловые потоки в ИК-диапазоне, поступающие в помещение, и эффективно регулировать освещенность. В случае применения такого стеклопакета в качестве структурного остекления фасадов зданий (вместо штукатурки) вся солнечная энергия (в ИК и видимом диапазонах) будет поглощаться ЭСТО, переизлучаться в диапазоне 10 мкм и полностью отражаться наружу покрытием Low E, не попадая в здание. При этом устраняется слепящий эффект, присущий известным типам отражающего остекления. В зимний период для окна и стены будет достигаться максимальное поступление солнечной энергии в здание, которая, благодаря наличию покрытия Low E, не сможет выйти наружу.

Разработанный нами термохромный материал активирован комплексами переходных металлов (кобальт, медь, железо), которые могут изменять свое строение под воздействием световых или тепловых потоков и обратимо менять свое светопропускание и/или цвет. ЭСТО включает в себя термохромную среду с изменяющимся светопропусканием, находящуюся между двумя стеклами, которая может быть выполнена в виде полимерной пленки, либо жидкости или геля. Наша разработка является продолжением исследований коллектива кафедры физики Санкт-Петербургского государственного университета

промышленных технологий и дизайна (СПб ГУ ПТД) по изучению спектральных свойств и строения комплексов переходных металлов в растворах, пленкообразующих полимерах и оксидных стеклах, в том числе лазерных.

В случае термохромных сред наиболее информативными являются электронные спектры поглощения, обработка которых позволяет выделять постоянные спектральные формы, принадлежащие индивидуальным комплексам, и рассчитывать количественные диаграммы их содержания, которые являлись основой для расчета термодинамических параметров реакций термохромных превращений и констант устойчивости комплексов. Триметилфосфат (ТМР) известен как пластификатор полимеров, используемых для этой цели. Обладая высоким донорным числом и низкой сольватирующей способностью по отношению к галогенид-ионам, он позволяет изучить свойства всего многообразия комплексов [1], в частности, кобальта (II) и установить общие закономерности их взаимных превращений, что необходимо для оптимизации свойств материалов с переменным светопропусканием. В качестве модельной системы, где четко проявляется каждый тип комплекса, для демонстрации возможностей нашего подхода были выбраны растворы бромидных комплексов кобальта (II) в ТМР.

Спектральные формы индивидуальных комплексов выделяли из исходных электронных спектров с использованием метода Уоллеса-Каца [2], который сводился к определению числа линейно независимых строк матрицы, составленной из значений оптической плотности на фиксированных частотах по каждому экспериментальному спектру, что позволяло объективно оценить число комплексов, сосуществующих в растворах. Для более точного определения структуры полос поглощения анализировались четные производные от исходных спектров. Обработка спектров этими двумя методами позволила выявить четыре типа комплексов во всем исследованном диапазоне концентраций бромид-ионов.

В результате в видимой области были выделены спектральные формы, принадлежащие комплексам  $[\text{Co}(\text{TMP})_2\text{Br}_2]$ ,  $[\text{Co}(\text{TMP})\text{Br}_3]^-$  и  $[\text{CoBr}_4]^{2-}$ , и менее надежно – спектральные формы, принадлежащие, ориентировочно,  $[\text{Co}(\text{TMP})_x(\text{H}_2\text{O})_{6-x}]^{2+}$  и  $[\text{Co}(\text{TMP})_x(\text{H}_2\text{O})_{5-x}\text{Br}]^+$ , в которых соотношение ТМР/Н<sub>2</sub>О пока не удалось определить. Оказалось, что произведенное таким образом разложение в видимом диапазоне при применении одной и той же процедуры обработки спектров во всем исследованном интервале длин волн (200-900 нм) автоматически приводит к получению постоянных (не зависящих от состава раствора) спектральных форм для выделенных комплексов как в видимой области, так и в УФ.

Коэффициенты экстинкции наиболее интенсивных полос поглощения выделенных контуров, принадлежащих индивидуальным комплексам, были рассчитаны с помощью уравнения баланса:

$$\sum \frac{D_i}{\varepsilon_i} = C_{M\text{Co}^{2+}}, \quad (1)$$

где  $D_i$  – оптическая плотность в максимуме полосы поглощения;  $\varepsilon_i$  – пиковый коэффициент экстинкции, (л·см<sup>-1</sup>·моль<sup>-1</sup>);  $C_{MCo^{2+}}$  – общая концентрация кобальта в растворе, моль/л.

С использованием уравнения (1) была построена диаграмма содержания комплексов (рис. 1 [3]). Совпадение кривых содержания комплексов (рис. 1), полученных в результате анализа спектров переноса заряда (ПЗ) и d-d-переходов, свидетельствует о принадлежности спектров в УФ и видимом диапазонах одним и тем же комплексам. Наблюдаемую корреляцию можно объяснить тем, что при ПЗ электрон переходит с молекулярной орбитали лиганда [4] на тот же самый возбужденный уровень d-оболочки  $Co^{2+}$ , что и при d-d-переходе.

Эти результаты позволяют получить сведения о стехиометрии и структуре образующихся комплексов, что дает возможность оптимизировать состав растворов и получать эффективные среды для энергосберегающего светорегулирующего остекления [5]. Кроме того, подбор и оптимизация пластификаторов, одним из которых является ТМР, позволили разработать нам энергосберегающую технологию триплексования в автоклаве при температурах, не превышающих 100 °С, что позволило удешевить процесс создания ЭСТО и избежать разрушения комплексов переходных металлов и полимерной матрицы.

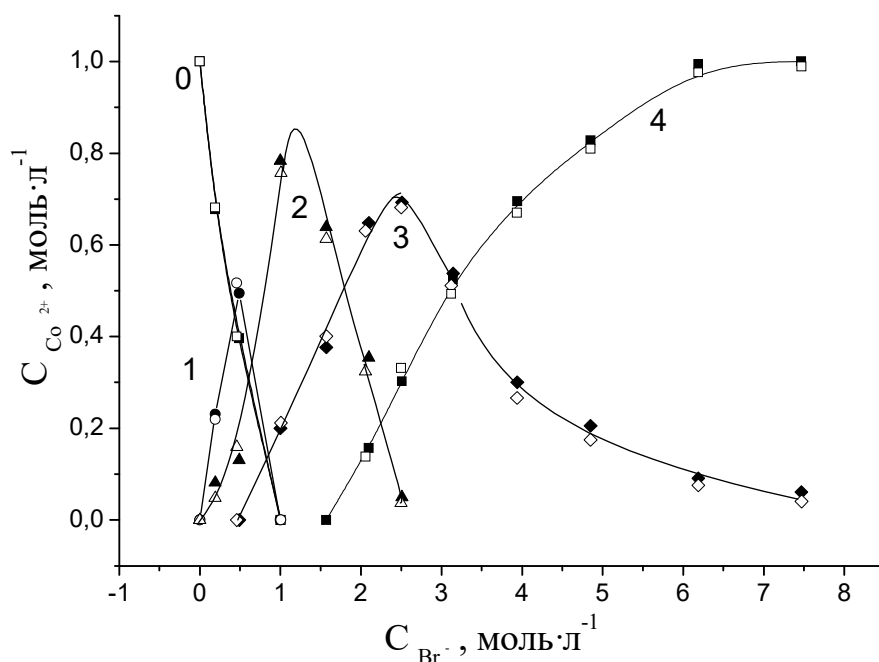


Рис. 1. Диаграмма содержания комплексов в растворах  $Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O - LiBr - TMR$ , рассчитанная на основании результатов разложения спектров на составляющие в видимой области (d-d-переходы – «заполненные» символы) и УФ (ПЗ – «незаполненные» символы).

Цифры у кривых - число бромид-ионов в комплексах: «0» -  $[Co(TMR)_x(H_2O)_{6-x}]^{2+}$ ,  
 «1» -  $[Co(TMR)_x(H_2O)_{5-x}Br]^+$ , «2» -  $[Co(TMR)_2Br_2]$ , «3» -  $[Co(TMR)Br_3]^-$   
 и «4» -  $[CoBr_4]^{2-}$ .  $C_{Co^{2+}}$  – концентрация ионов кобальта (II) (моль·л<sup>-1</sup>),  
 $C_{Br^-}$  – концентрация бромид-ионов (моль·л<sup>-1</sup>)

## Список литературы

1. Гутман В. *Химия координационных соединений в неводных растворах.* - М.: Мир, 1971. 220 с.
2. Берштейн И.Я., Каминский Ю.Л. *Спектрофотометрический анализ в органической химии.* - Л.: Химия, 1975. - 200с.
3. Маркова Т.С. *Корреляция спектров переноса заряда и спектров d-d-переходов растворов бромида кобальта (II) в триметилфосфате.* // Журнал прикладной химии / Т.С. Маркова, О.В. Януш. - 2008. - Т. 81. - Вып. 5. - С. 744-750.
4. Bird B.D. and Day P. *Analysis of the Charge-Transfer Spectra of Some First-Transition-Series Tetrahalide Complexes* // J. Chem. Phys. - 1968. - V. 49. - N.1. - P. 392-403.
5. Arutjunjan R.E., Markova T.S., Halopenen I.Y., Maksimov I.K., Tutunnikov A.I., Yanush O.V. *Smart thermochromic glazing for energy saving window applications.* // Proc. SPIE «Advanced optical materials and devices». Tartu, Estonia, 6-9 July 2004. Tartu. - 2005. - V. 5946. - P. 346-352.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЖЕКЦИОННЫХ ДОВОДЧИКОВ

А.С. Ковалёва, И.А. Кабанова

Национальный исследовательский университет «МЭИ»,  
г. Смоленск

*Аннотация.* Повышение экономичности работы систем обеспечения микроклимата является одной из актуальных задач в области энергосбережения. В рамках исследования рассмотрено функционирование системы кондиционирования воздуха с эжекционными доводчиками. На основании данных, полученных расчётным путем для классных комнат школьных зданий, обосновано применение ДЭ при проектировании СКВ, обеспечивающее существенную экономию теплоносителя при требуемых параметрах микроклимата помещений.

В настоящее время в связи с тенденцией роста тарифов на коммунальные услуги использование различных энергосберегающих установок приобретает важное значение. Одним из множества решений этого актуального вопроса является использование систем кондиционирования воздуха (СКВ) и различных доводчиков для повышения эффективности.

На современном рынке существует широкий модельный ряд различного типа доводчиков: вентиляторные доводчики (фэнкойлы), эжекционные доводчики (ДЭ). В данном исследовании рассмотрим высокоэффективные эжекционные доводчики (ВДЭ) и систему с их использованием. ДЭ получили широкое распространение в России благодаря своей функциональности и технической возможности создавать требуемые параметры микроклимата в помещении. Традиционные широко применяемые эжекционные доводчики имеют один теплообменник, что ограничивает их функциональные возможности

и экономичность всей системы. Высокая эффективность ВДЭ обусловлена использованием двух теплообменников, образующих два контура: горячий и холодный.

На рис.1. представлен ДЭ с двумя теплообменниками, что позволяет применить их в четырёхтрубной системе снабжения горячей и холодной водой. Двухтрубный контур циркуляции горячей воды для отопления здания создаётся присоединением подающего и обратного трубопровода к горячему теплообменнику. Подающий и обратный трубопровод холодной воды присоединяют ко второму теплообменнику.

Наличие двух контуров циркуляции позволяет подавать в помещение одновременно тёплый и холодный воздух, что позволяет регулировать параметры с учётом различных теплопритоков и теплопотерь.

В ранее разработанных системах вентиляции и кондиционирования без использования доводчиков принималось, что ограждающие конструкции (окна) имеют высокую инфильтрацию, и, следовательно, установка ДЭ и вытяжек не требовалось.

В современных зданиях и сооружениях с установленными стеклопакетами, которые можно считать абсолютно герметичными, необходима подача свежего воздуха в помещение и хорошая вытяжка для удаления испарений, тепловыделений и вредных газов. На основании этого, с точки зрения энергосбережения, рационально использовать эжекционные доводчики. Данное решение по компоновке системы позволяет обеспечить возможность регулирования тепловлажностного режима помещения и создать требуемые параметры микроклимата за счёт предварительной подготовки свежего воздуха.

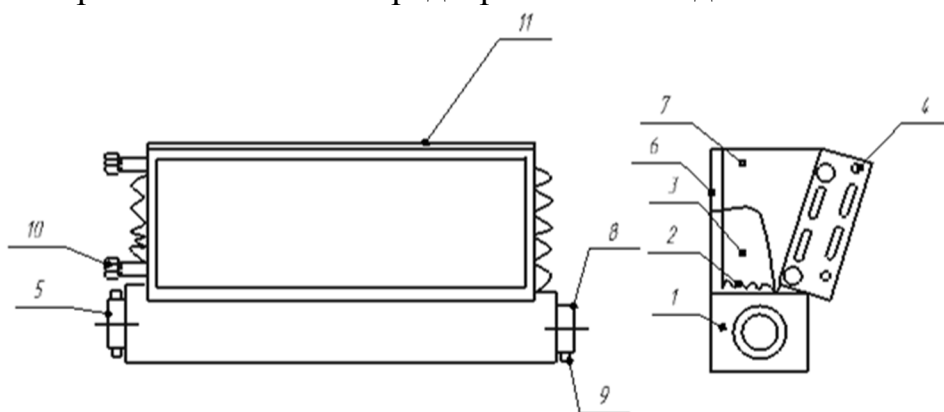


Рис. 1. Конструкция эжекционного доводчика:

- 1–камера первичного воздуха; 2–сопловый элемент; 3–камера смешения;  
 4–теплообменник; 5–патрубок; 6–задняя стенка; 7–боковые стенка; 8–заглушка;  
 9–хомут; 10–транспортная пробка; 11–выходное сечение

Для определения экономии расхода горячей воды на ТЭЦ при работе эжекционных доводчиков необходимо определить [1]:

1. трансмиссионные потери:

$$Q_{т.ном.пр.} = \frac{F_n \cdot (t_g - t_n)}{R_{огр}}, \text{Вт} \quad (1)$$



2. тепловыделения от источников:

$$Q_{т.выд.} = \sum_{i=1}^k n_i \cdot q_i, Вт \quad (2)$$

где  $q_i$  – удельные тепловыделения от источников;  
 $n_i$  – количество источников.

3. тепловая производительность теплообменника одного ДЭ:

$$q_{ДЭ} = \frac{Q_{х.пн.} - Q_{х.ас.пн.}}{2}, Вт \quad (3)$$

4. расход теплоносителя через теплообменник ДЭ из сети горячей воды:

$$G_{wg.тэц.дэ.} = \frac{q_{дэ} \cdot 3,6}{(95 - 70) \cdot c_g}, \frac{кг}{ч} \quad (4)$$

В качестве объекта исследования принято помещение школьного класса с количеством учащихся 25 в городе Смоленске с температурой наиболее холодной пятидневки,  $t_{но} = -25$  °С [3]. При этом теплоступления учитывают только явные тепловыделения от людей, считая, что в классе используются светодиодные светильники, тепловыделение которых очень незначительны. Известно, что тепловая сеть работает по температурному графику 95/70°С.

#### Анализ результатов

Величина	ДЭ с двумя теплообменниками	ДЭ с одним теплообменником
Трансмиссионные потери, $Q_{т.пот.тр.}$ , Вт	1102,5	
Явные тепловыделения, $Q_{т.выд.}$ , Вт	2105	
Количество тепла требуемое на охлаждения помещения, $Q_{х.ас.пн.}$ , Вт	1002,5	
Тепловая производительность, $q_{ДЭ}$ , Вт	607,25	913,0
Расход теплоносителя системы без ДЭ, кг/ч	20	13
Расход теплоносителя системы с ДЭ, кг/ч	11	12

По полученным результатам можно отметить (рис.2), что использование высокоэффективных эжекционных доводчиков с двумя теплообменниками позволяет экономить 45 % теплоносителя. Полученные данные подчёркивают актуальность использования ДЭ в холодный период года с целью подачи свежего воздуха необходимых параметров, при этом обеспечивая более актуальное использование энергоресурса.

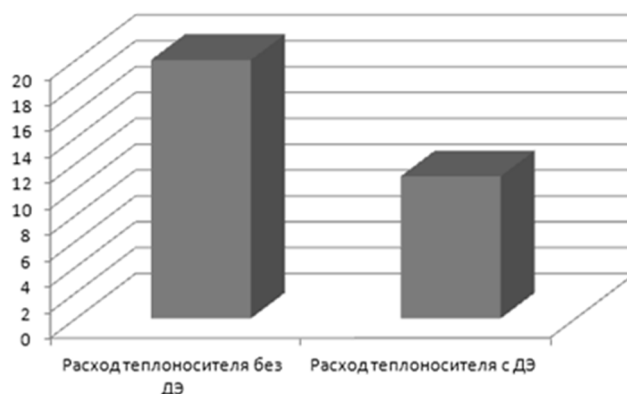


Рис.2. Расход теплоносителя с применением ДЭ с двумя теплообменниками

Так же исследования показали (рис.3), что использование ДЭ с одним теплообменником обеспечивает меньшую экономию в размере 8 %. Таким образом, использование ДЭ с одним теплообменником является не актуальным и малоэффективным в сравнении с ДЭ с двумя теплообменниками.

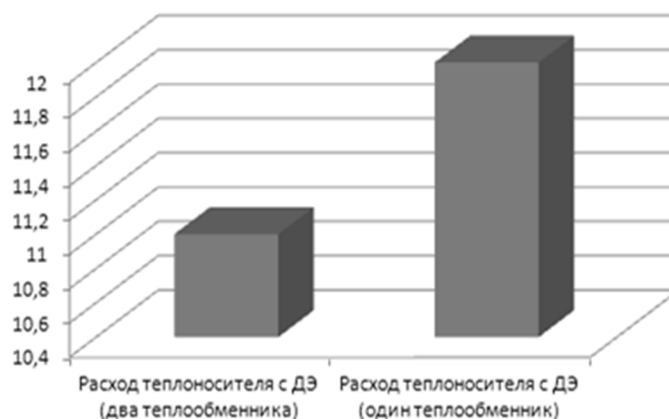


Рис.3. Расход теплоносителя в ДЭ с одним и двумя теплообменниками

Таким образом, предлагаемое решение по системе кондиционирования воздуха школьных классных комнат позволяет обеспечить приток свежего воздуха непосредственно к рабочим местам учеников с организацией вытяжки в верхней зоне класса под потолком. Кроме того, для снижения затрат теплоты на подогрев приточного воздуха целесообразно применение утилизационных установок, что значительно повысит экономичность работы системы в целом.

### Список литературы

1. Кокорин О.Я. *Современные системы кондиционирования воздуха* / О.Я. Кокорин. - М: Инженерные сети, 2003. - 272с.
2. Ковалёва А.С., Кабанова И.А. *Оценка эффективности работы фэнколов в системах кондиционирования воздуха* // Научно-практический многопредметный журнал «НаукаПарк»: г. Ставрополь «ТЭСЭРА» №6 (67) ноябрь 2018. - С. 210.
3. СП 131.13330.2012 «Строительная климатология» Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\* [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200095546>

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА В МИКРОРЕАКТОРЕ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

Ю.П. Юленец, В.А. Боровков

Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет),  
г. Санкт-Петербург

*Аннотация.* Рассмотрена математическая модель процесса этанолиза растительных масел в микрореакторе непрерывного действия. Модель описывает изменение концентраций всех участвующих компонентов по длине реактора и позволяет определить оптимальное по максимуму производительности отношение компонентов в исходной смеси этиловый спирт – растительное масло.

В настоящее время бурное развитие получили исследования в области разработки технологий получения топлива из возобновляемых источников сырья. К их числу относится процесс переэтерификации (этанолита) растительного масла. Повышенный интерес к биотопливу объясняется не только значительными мировыми запасами дешевого растительного сырья, но и экологическими преимуществами от его применения в смеси с традиционным нефтяным топливом. Эффективным аппаратным оформлением процесса являются микрореакторы – миниатюрные технологические устройства для проведения химических процессов в системе жидкость – жидкость. В настоящей работе рассматривается математическая модель процесса этанолиза растительных масел в микрореакторе непрерывного действия.

Схема химических превращений, описывающих процесс переэтерификации растительных масел, имеет вид:



где А – растительное масло, В – этиловый спирт, С - глицерин (побочный продукт), D – этиловые эфиры жирных кислот (биодизельное топливо).

Учитывая, что константа скорости обратной реакции весьма мала по сравнению с константой скорости прямой реакции, будем считать реакцию (1) необратимой. По данным работы [1], результаты описания кинетики рассматриваемой реакции по первому и второму порядкам несущественно отличаются друг от друга. Используя далее метод выбора ключевых компонентов реакции [2], математическое описание кинетики многостадийной реакции этанолиза растительных масел можно представить в виде уравнений для скоростей ее отдельных стадий:

$$\frac{dc_A}{d\tau} = -kc_A = r, \quad c_A|_{\tau=0} = c_{A0}, \quad (2)$$

$$c_B = 3(c_A - c_{A0}) + c_{B0}, \quad (3)$$

$$c_C = -(c_A - c_{A0}) + c_{C0}, \quad (4)$$

$$c_D = -3(c_A - c_{A0}) + c_{D0}, \quad (5)$$

где  $k = z \exp\left(-\frac{E}{RT}\right)$  – константа скорости реакции, 1/с;  $E$  – энергия активации химической реакции, Дж/моль;  $z$  – предэкспоненциальный множитель уравнения Аррениуса, 1/с;  $R$  – универсальная газовая постоянная, Дж/(моль·К);  $T$  – температура, К;  $\tau$  – время, с;  $r$  – скорость отдельной стадии реакции, 1/с;  $c_A, c_B, c_C, c_D$  – объемные концентрации компонентов А, В, С, D в смеси, кмоль/м<sup>3</sup>; индексом «ноль» обозначено начальное значение параметра.

Дифференциальное уравнение (2) совместно с алгебраическими уравнениями (3) – (5) позволяют находить концентрации всех компонентов реакции в произвольный момент времени.

При математическом описании процесса в микрореакторе непрерывного действия будем считать, что гидродинамический режим течения в аппарате близок к режиму идеального вытеснения и, что, в первом приближении, реакция не сопровождается выделением тепла.

Математическая модель процесса этанолиза в микрореакторе непрерывного действия состоит из уравнения материального баланса по маслу, стехиометрических соотношений (3) – (5) и уравнения, учитывающего вклад массопередачи в химическую реакцию:

$$v \frac{dc_A}{dl} = -k'c_A, \quad c_A|_{l=0} = c_{A0}. \quad (6)$$

$$\frac{1}{k'} = \frac{1}{k} + \frac{1}{\beta'}. \quad (7)$$

Здесь  $v$  – скорость потока, м/с;  $l$  – текущая по длине аппарата координата, м;  $k'$  – эффективная константа скорости реакции, 1/с;  $\beta'$  – объемный коэффициент массоотдачи, 1/с.

В аппарате идеального вытеснения время реакции пропорционально пути, пройденному потоком. Тогда вместо (6) можно записать:

$$\frac{dc_A}{d\tau} = -k'c_A, \quad c_A|_{\tau=0} = c_{A0}, \quad (8)$$

где  $\tau = l/v$  – время пребывания элементарного объема смеси в аппарате.

Таким образом окончательно процесс этанолиза растительных масел в микрореакторе непрерывного действия описывается системой уравнений (3) – (5), (7), (8).

На практике для реакций вида (1) в качестве оптимизирующего фактора часто применяют переменное отношение А : В. Действительно, избыток одного, менее ценного компонента, позволяет в ряде случаев лучше использовать

второй, более ценный. Решение уравнения (8) при подстановке (5) приводит к аналитическому выражению для критерия оптимальности – зависимости концентрации целевого компонента D от мольного отношения компонентов  $\varphi$  в исходной смеси этанол – масло ( $\varphi = B/A$ ):

$$R = c_D(\tau, \varphi) = 3c_{A0}(\varphi)[1 - \exp(-k'(\varphi)\tau)]. \quad (9)$$

Учитывая, что

$$\bar{c}_A = \frac{A}{A+B} = \frac{1}{1+\varphi},$$

где  $\bar{c}_A$  – мольная концентрация компонента A в смеси этанол – масло, кмоль компонента A на кмоль смеси, для зависимости  $c_{A0}(\varphi)$  можно получить

$$c_{A0}(\varphi) = \frac{1}{\frac{M_A}{\rho_A} + \frac{\varphi M_B}{\rho_B}}. \quad (10)$$

Здесь  $M_A, M_B$  – молекулярный вес компонента, кг/кмоль;  $\rho_A, \rho_B$  – плотности компонентов, кг/м<sup>3</sup>.

Эффективная константа скорости реакции  $k'$  находится из уравнения (9) из экспериментов по этанолизу растительного масла в аппарате периодического действия при  $\tau = const$  и  $\varphi = var$ , например, по данным работы [2].

Максимальный выход продукта D соответствует экстремуму функции (9):

$$\frac{\partial c_D}{\partial \varphi} = 3[1 - \exp(-k'(\varphi)\tau)] \frac{\partial c_{A0}}{\partial \varphi} + 3c_{A0}(\varphi)\tau \exp(-k'(\varphi)\tau) \frac{\partial k'}{\partial \varphi} = 0. \quad (11)$$

### Список литературы

1. Richard R. *On-line monitoring of the transesterification reaction between triglycerides and ethanol using near infrared spectroscopy combined with gas chromatography* / R. Richard, Y. Li, B. Dubreuil, S. Thiebaud-Roux, L. Prat//*Biore-source Technology*, 2011. Vol. 102. P.6702-6709.

2. Richard R., Thiebaud-Roux S., Prat L.E. *Modelling the kinetics of transesterification reaction of sunflower oil with ethanol in microreactors* //*Chem. Eng. Sci.*, 2013. Vol. 87. P.258-269.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ CRM-СИСТЕМ В МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЯХ

А.С. Битюцкая

Филиал ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
в г. Смоленске,

**Аннотация.** На современном этапе развития информационных технологий важнейшей их функцией является мобильность. Мобильные CRM-системы позволяют сотруднику управлять своим рабочим местом, находясь вне офиса. Наиболее популярные на российском рынке CRM-системы, имеющие мобильную версию – Битрикс24, amoCRM и Мегаплан. В данной работе будут описаны основные функции данных систем и их преимущества.

В 21 веке развитие технологий достигло такого уровня, что человечество

оптимизирует и автоматизирует практически все процессы, связанные с его деятельностью. В наибольшей степени это касается рабочего времени и процессов, ежедневно происходящих в организации. Для автоматизации построения взаимоотношений с клиентами используются CRM-системы (Customer Relationship Management).

Важным функцией CRM-систем в организациях является наличие мобильного приложения. Даже не находясь в офисе сотрудник может управлять своим рабочим местом с мобильного устройства, что значительно облегчает процесс его работы. Следовательно, руководству организации необходимо понимать, какие существующие на рынке информационные системы позволяют работать на мобильных устройствах, и внедрять именно их. Все вышеперечисленное обуславливает актуальность данного исследования, а также является важным вопросом для эффективно развивающихся организаций.

В рамках данного исследования были выявлены следующие преимущества использования мобильных CRM:

- интеграция с телефонией и мессенджерами;
- создание и изменение записей;
- быстрый доступ к базе клиентов и поиск необходимой информации;
- удобный интерфейс, адаптированный под мобильное устройство.

Рассмотрим наиболее популярные CRM-приложения для мобильных устройств, используемые российскими организациями. К ним относятся Битрикс24, разработанная компанией «1С-Битрикс», amoCRM и Мегаплан [1].

Мобильное приложение Битрикс24 поддерживает работу на платформах IOS и Android. Разработчики в наибольшей степени уделили внимание общению с клиентом и определению его потребностей. Данная мобильная CRM-система позволяет оперативно ставить задачи, выбирать их исполнителя и сроки, поддерживает общение в чатах, включая голосовые сообщения и видеоконференции для нескольких человек, а также уведомляет о всех встречах и совещаниях. Битрикс24 способен автоматически заносить данные в базу с помощью сканирования визитки, что значительно облегчает работу с приложением и уменьшает риск появления ошибок в данных клиента. CRM-система Битрикс24 в наибольшей степени используется в IT-сфере, финансовой отрасли, страховании, оптовой торговле, строительстве.

Еще одной популярной в России CRM-системой является система amoCRM. Это открытая система, позволяющая пользователю дорабатывать систему и создавать новый необходимый организации функционал. Мобильное приложение amoCRM устанавливается на мобильное устройство путем скачивания из Google Play или App Store. Приложение позволяет фиксировать информацию о статусе сделок, проведении совещаний, контактах и задачах. Главным преимуществом amoCRM является возможность работы в режиме оффлайн. Приложение позволяет полноценно работать с CRM-системой, оно синхронизирует внесенные и измененные данные и вносит их в саму систему при подключении в сети Интернет. Общение с клиентами происходит в встроенном

мессенджере с отправкой уведомлений в браузер или на телефон. Партнерами amoCRM являются Open Group, Tracse, Неополитика, iTrack и т. д.

Третья рассматриваемая система – «Мегаплан». В 2019 г. разработчики оптимизировали уже имеющееся мобильное приложение, которое стало работать на 30 % быстрее. Из приложения были убраны ненужные функции, что позволило сделать его в 2 раза компактнее и меньше по объему занимаемой памяти. Мегаплан позволяет вести клиента от создания заявки до отправки заказа полностью в мобильном приложении. С помощью добавления в приложение инновационных алгоритмов поиска, получить информацию о сотруднике или клиенте теперь можно за считанные секунды. Мегаплан имеет возможность сохранять избранные заметки и напоминать о них в определенные моменты времени, присылая уведомления на мобильное устройство. Крупными организациями-клиентами CRM Мегаплан являются общественная организация «Кредитный правозащитник», доставка суши «Суши Весла», ПАО «Формула-1», фабрика одежды «Элема», логистическая компания «Логиком».

Таким образом, в настоящее время использование мобильных CRM-систем значительно облегчает работу маркетологов, работа которых предполагает мобильность. Наиболее популярными мобильными CRM-системами являются Битрикс24, Мегаплан и amoCRM.

### Список литературы

1. Пресс-центр ИПИ. ИПИ исследовал рынок CRM в России [Электронный ресурс] // Институт проблем предпринимательства: URL: <https://ipp.spb.ru/news/company/ipp-issledoval-rinok-CRM-v-rossii> (дата обращения: 24.11.2019).

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ НАНОКОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ATK QUANTUMWISE

Д.В. Терин, О.Ю. Кондратьева, Е.В. Кондратьева

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского,  
г. Саратов

*Аннотация.* Рассматриваются методологические аспекты использования QuantumWise при прогнозировании поведения наноконпозиционных материалов. Ключевые слова: моделирование, наноконпозиционные материалы, QuantumWise.

На сегодняшний день наиболее важные особенности поведения и изменения свойств наноструктурированных композиционных материалов вызваны не конкретными факторами уменьшения размера частиц, элементов или структур, а принципиально новыми качественными явлениями, присущими наномасштабу, в условиях, когда на макроскопические параметры получаемых композитов оказывают влияние закономерности квантовой механики и размерных поверхностных эффектов.

Особенность последнего времени заключается в расширении круга задач,

при решении которых применяются компьютерное моделирование. Если ранее компьютерное моделирование применялось как количественное описание процессов в композиционных материалах, то сейчас особое внимание уделяется созданию новых перспективных наноструктурированных материалов и прогнозированию свойств.

Решение данных задач базируется на необходимости многомасштабного сквозного описания макрообъекта «сверху-вниз», поскольку строение и поведение конечного макрообъекта определяется строением и свойствами всей совокупности структурированной иерархии композиционного материала [1].

Вычислительная нанотехнология наряду с теоретическими разработками и экспериментальными исследованиями является в настоящее время самостоятельным, эффективным методом познания закономерностей наномира [1-3].

Квантово-химические «программные конструкторы» можно охарактеризовать уникальным набором собственных эксплуатационных особенностей: массивом квантово-химических методов обобщения корреляционной энергии, возможностями базисных наборов, средствами интерпретации результатов моделирования, совокупностью математических методов, реализующих основные вычислительные алгоритмы.

Обобщенно, большинство известных квантово-химических «конструкторов» используют обобщенный подход при поиске волновой функции молекулы, так как при этом реализуются две вычислительные процедуры. Нахождение оптимальной волновой функции для фиксированной геометрии молекулы с помощью вариационного метода Рундта, а именно поиск коэффициентов разложения молекулярных орбиталей путем решения уравнений Хартри-Фока-Рундта, в результате получают электронную волновую функцию и соответствующую ей электронную энергию.

Вторая процедура, заключается в оптимизации строения молекулы. Решение этих задач составляет основу алгоритма любого квантово-химического «конструктора». Следует отметить, что неудачный выбор коэффициентов разложения молекулярных орбиталей по выбранному базисному набору приведет к увеличению времени моделирования вследствие более долгой сходимости итерационной процедуры, а также необоснованное задание исходного строения молекулы увеличивает число циклов оптимизации.

При фатальных начальных условиях возможны тупиковые ситуации. Среди наиболее популярных коммерческих пакетов следует отметить пакет Gaussian [2], в котором реализованы неэмпирические квантово-химические методы расчета «из первых принципов».

Расчет «из первых принципов» предполагает воспроизведение большинства молекулярных структур из нескольких атомов с замкнутыми электронными оболочками, вычисление силовых постоянных в колебательных спектрах молекул, барьеров внутреннего вращения, а также моделирование поляризационных эффектов для учета взаимодействия ионов и диполей, отражающих изменение формы электронных орбиталей во внешнем электрическом поле.



Поскольку указанный принцип является полуэмпирическим то большая часть интегралов взаимодействия не вычисляется явно, а заменяется параметрами, значения которых определяются из экспериментальных данных или симулируются приближенными выражениями. В полной мере описываемый подход, нашел свое отражение в пакете Atomistix Toolkit/Virtual NanoLab (АТК)[3]. Основной областью применения АТК является электрохимия поверхности, нанополупроводники, углеродные нанотрубки, материалы на основе графена, композиционные наноструктурированные материалы для молекулярной электроники.

АТК предназначен для моделирования различных атомных, молекулярных структур и наносистем при использовании квантово-механических методов моделирования, включая методы неравновесной функции Грина и теории функционала плотности, которые дают возможность детального описания электронной структуры нанобъектов.

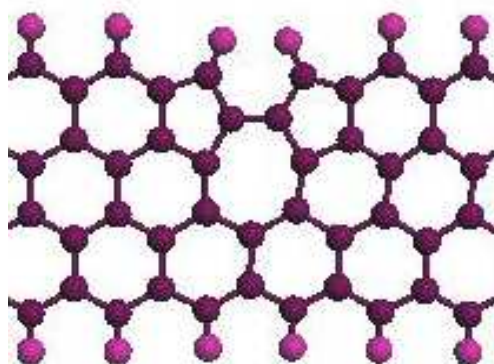


Рис. 1. Результат моделирования дефекта Стоуна-Валеса в графеновой ленте

Программный пакет Virtual NanoLab разработан на базе инструментов АТК. Virtual Nanolab – программный «конструктор», в котором объединены технологии моделирования с трехмерной визуализацией, что позволяет моделировать различные атомные, молекулярные структуры и наносистемы, определяя как их фундаментальные свойства – структуру электронных уровней, концентрацию носителей, так и важнейшие эксплуатационные свойства – электропроводность и оптические параметры. «Конструктор» полностью интегрирован со средой NanoLanguage, используемой для создания на языке Python рабочих сценариев.

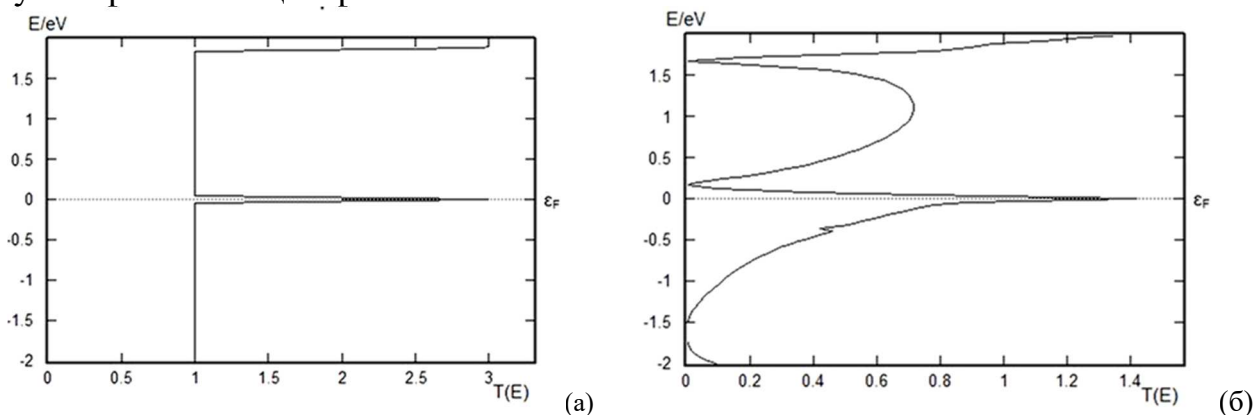


Рис. 2. Спектр пропускания графеновой ленты без (а) и с дефектом (б) Стоуна-Валеса

Изучение топологических дефектов важно в аспекте поиска методов синтеза наноструктурированных коомпозиционных материалов и электронных устройств на основе углеродных нанотрубок и фуллеренов. Значительное внимание в исследованиях уделяется дефекту Стоуна-Валеса (рис.1) – благодаря которому возможна пластическая деформация углеродных нанотрубок. Примером оригинального методологического приема позволяющего быстро оценить эффективность применения Atomistix Toolkit при изучении графеновых композитов и полностью погрузиться в прогнозирование их поведения является моделирование в графеновой структуре дефекта Стоуна-Валеса и его влияние на спектр пропускания структуры (рис. 2) в целом.

Результаты ряда расчётов подобных структур, выполненных «из первых принципов» рядом авторов и нами с использованием пакета [3]. Ряд работ [4-6] подтверждают существенное изменение свойств образований при вариации ядра и оболочек частиц на атомарном уровне.

### Список литературы

1. Биленко Д.И. *Методологические аспекты моделирования и прогнозирование поведения наноконпозиционных материалов в QUANTUMWISE* // «Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Физика» // Д.И. Биленко, Д.В. Терин, О.Ю. Кондратьева, Е.М. Ревзина, С.Б. Вениг. – 2014. – №2. – С. 46-49.
2. Galushka V.V. *BioNanoScience* / V.V. Galushka, O.Ya. Belobrovaya [and all]. – 2018. – Т. 8, № 3. – С. 818-822.
3. *Quantum Wise [Электронный ресурс] (Simulation software for nanoscience): [сайт].-URL: <http://quantumwise.com>, свободный.* – Загл. с экрана (дата обращения: 10.12.2019).
4. Кондратьева О.Ю. *Нанoeлектроника, нанофотоника и нелинейная физика: сб. тр. XIII Всерос. конф. мол. Ученых* / О.Ю. Кондратьева, И.В. Галушка, Д.В. Терин. – 2018. – С. 116-118.
5. Кондратьева О.Ю. *Нанoeлектроника, нанофотоника и нелинейная физика: сб. трудов XIII Всерос. конф. молодых ученых* / О.Ю. Кондратьева, И.В. Галушка, Д.В. Терин. – 2018. – С. 119-121.
6. Терин Д.В. *Компьютерные науки и информационные технологии: сб. мат. междунар. науч. конф.* / Д.В. Терин, О.Ю. Кондратьева, С.П. Романчук, Ю.В. Климаев. – 2018. – С. 397-399.

## АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ СВАРКИ ПЛАСТМАСС

П.Н. Петухов, Ю.П. Юленец

Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет),  
г. Санкт-Петербург

*Аннотация.* Предложен алгоритм управления процессом высокочастотной сварки пластмасс в симметричной конструкции технологической оснастки. Алгоритм

предусматривает определение и автоматическое задание оптимальных (в отношении качества сварного соединения) режимных параметров процесса в зависимости от изменяющейся от цикла к циклу температуры электродов рабочего конденсатора.

Высокочастотная (ВЧ) или, иначе, диэлектрическая сварка пластмасс выгодно отличается от всех других методов сварки возможностью быстрого и локального (только в области сварного шва) нагрева соединяемых поверхностей без проплавления всего объема термопласта. Тем самым предопределяется достижение высоких качественных показателей сварки: механическая прочность соединения – на уровне прочности целого материала, точность воспроизведения заданных геометрических размеров и формы готового изделия. Задача определения оптимальных в отношении качества сварки режимных параметров процесса решается на основе исследования и анализа температурного поля в материале [1, 2]. Однако расчет режимов сварки и управление работой ВЧ-сварочной установки на основе численного (в реальном времени) решения краевой задачи теплопроводности представляются весьма затруднительными для реализации на производстве. В настоящей работе в основу алгоритма управления установкой для ВЧ-сварки пластмасс положена математическая модель процесса в форме алгебраических уравнений, устанавливающая информационную связь показателей качества сварных соединений с технологическими параметрами режима сварки.

Для определенности будем считать, что сварка производится в симметричной конструкции технологической оснастки – рабочем конденсаторе с изолированными электродами.

Уравнение нестационарной теплопроводности, описывающее одномерное температурное поле в материале (наложенных друг на друга листах бесконечной длины и ширины) при внутренних источниках тепла, имеет вид [3]:

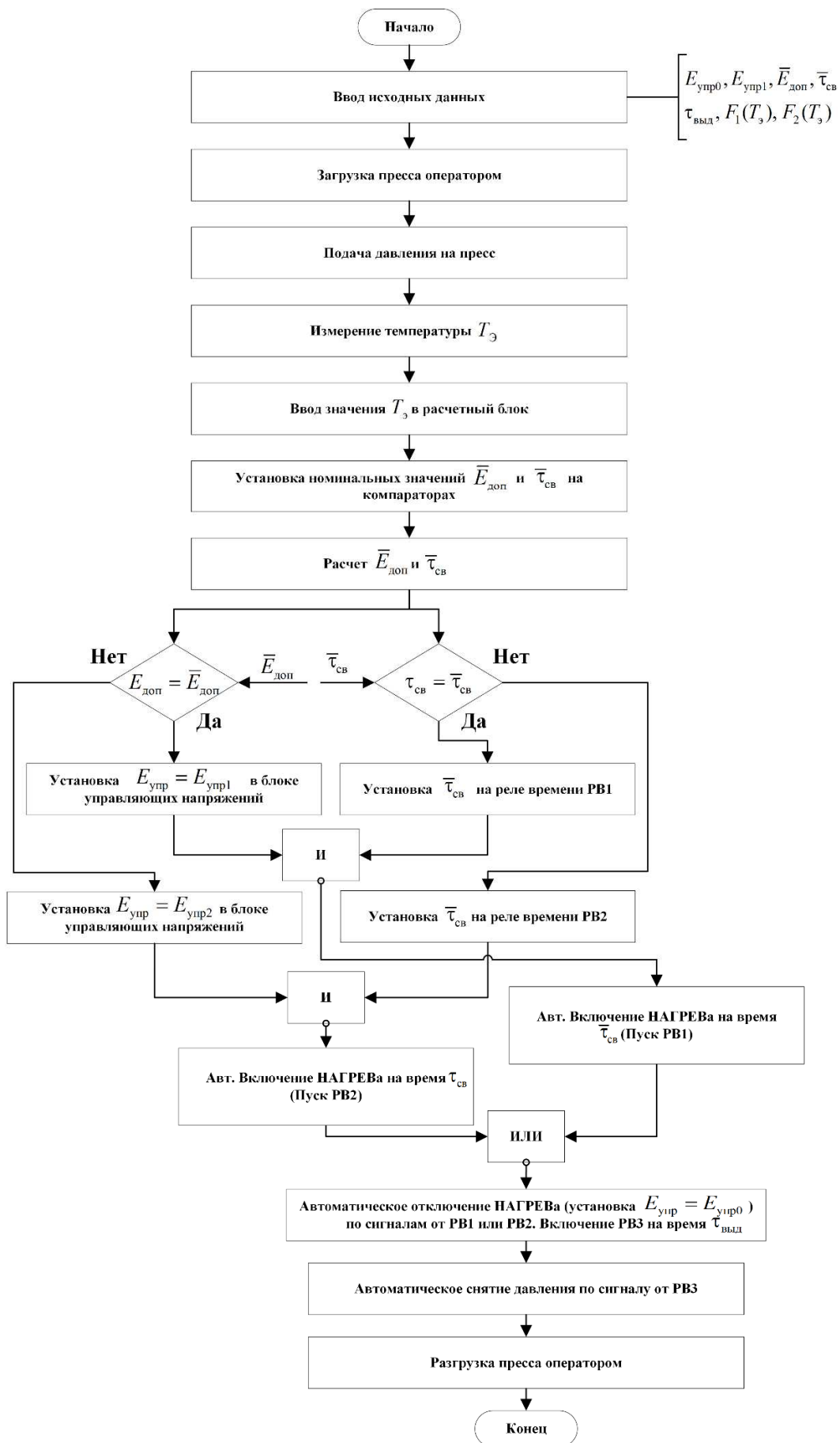
$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = \frac{\lambda}{c_p(T)\rho} \cdot \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{p(T)}{c_p(T)\rho}, \quad (1)$$

$$T|_{\tau=0} = T_n, \quad 0 \leq x < l; \quad T|_{x=l} = T_s, \quad \left. \frac{\partial T}{\partial x} \right|_{x=0} = 0. \quad (2)$$

Здесь  $T(\tau, x)$  и  $T_n$  – соответственно локальная и начальная температура материала;  $T_s$  – температура электродов рабочего конденсатора;  $x$  – текущая координата;  $x = 0$  – координата свариваемой поверхности (сварного шва);  $l$  – полутолщина материала (толщина свариваемой детали);  $c_p$ ,  $\rho$ ,  $\lambda$  – соответственно удельная теплоемкость, плотность и коэффициент теплопроводности материала;  $\tau$  – время;  $p$  – удельная мощность внутренних источников тепла, равная

$$p(T, E) = 2\pi f \varepsilon_0 \varepsilon'(T) \operatorname{tg} \delta(T) E^2, \quad (3)$$

где  $f$  – частота ЭМ-поля;  $\varepsilon_0$  – абсолютная диэлектрическая проницаемость вакуума;  $\varepsilon'$ ,  $\operatorname{tg} \delta$  – соответственно относительная диэлектрическая проницаемость и тангенс угла диэлектрических потерь материала;  $E$  – напряженность электрического поля в материале.



Блок-схема алгоритма АСУ процессом ВЧ-сварки пластмасс в симметричной конструкции технологической оснастки

В простейшем случае:  $E = \frac{U_p}{2l}$ , где  $U_p$  – напряжение на рабочем конденсаторе.

Электроды рабочего конденсатора нагреваются от свариваемого материала. Таким образом по мере увеличения числа сварок температура электродов возрастает. Уравнение (1) записано в предположении, что в течение каждого цикла сварки температура  $T_3$  не изменяется, а нагрев электродов происходит скачком в циклах выдержки (охлаждения) изделия под прессом после отклонения ВЧ-нагрева.

Оптимальные режимы сварки деталей из полиамида – 610 найдены в работе [3] при задании температуры в сварном шве  $T|_{x=0} = T_{тек} = 225^\circ\text{C}$  и дополнительном условии:

$$T|_{x=l/2} = T_p = 200^\circ\text{C}. \quad (4)$$

Здесь  $T_p$  – опасная для дезориентации термопласта температура (температура размягчения полиамида - 610).

Условие (4) означает, что во избежание искажения формы соединяемых деталей режим ВЧ-сварки следует выбирать таким, чтобы развитие температуры  $T_p$  происходило на глубине, не превышающей половины толщины детали.

Из анализа решения задачи (1) – (4) следует, что напряженность электрического поля  $E$  и температура электродов  $T_3$  оказывают существенное влияние на время сварки и распределение температуры в материале. При увеличении  $E$  и  $T_3$  глубина прогрева околошовной зоны возрастает, что отрицательно сказывается на качестве сварки. Вместе с тем каждому значению  $T_3$  соответствует вполне определенное (предельно-допустимое) значение  $E_{доп}$ , при котором прогрев материала до температуры  $T_{тек}$  будет происходить в узкой зоне (преимущественно в области сварного шва). В работе [3] получены и проверены экспериментально (на соответствие качеству сварного соединения) кривые  $E_{доп} \cdot l(T_3) = F_1(T_3)$  и  $\frac{\tau_{св}}{l^2}(T_3) = F_2(T_3)$ , устанавливающие зависимость оптимальных режимных параметров процесса от температуры электродов рабочего конденсатора для деталей различной толщины.

Задача управления процессом заключается в определении и автоматическом задании оптимальных значений  $E_{доп}$  и  $\tau_{св}$  по измеренной, изменяющейся от цикла к циклу температуре электродов рабочего конденсатора  $T_3$ . Блок-схема алгоритма АСУ процессом представлена на рисунке.

Расчет оптимальных режимных параметров процесса  $E_{доп}$  и  $\tau_{св}$  по измеренным значениям  $T_3$  осуществляется по алгебраическим выражениям, с помощью которых аппроксимированы зависимости  $E_{доп} \cdot l(T_3) = F_1(T_3)$  и  $\frac{\tau_{св}}{l^2}(T_3) = F_2(T_3)$ . Определяющие режим сварки номинальные (соответствующие условию  $T_3 = 20^\circ\text{C}$  при  $T_3 = var$ ) значения  $E_{упр1}$  и  $\bar{\tau}_{св}$  или найденные в результате расчета значения  $E_{упр2}$  и  $\tau_{св}$  устанавливаются автоматически. Момент окончания

цикла сварки (отключение НАГРЕВа) также определяется автоматически по сигналам от реле времени РВ1 или РВ2.

### Список литературы

1. Федорова И.Г. *Высокочастотная сварка пластмасс* / И.Г. Федорова, Ф.В. Безменов. – Л.: Машиностроение, 1990. – 80 с.

2. Марков А.В. *Расчет режима высокочастотной сварки пластмасс в рабочем конденсаторе с неоднородным распределением электрического поля* // Сварочное производство / А.В. Марков, С.Ю. Грачев, Ю.П. Юленец. – 2011. – № 2. – С. 11-14.

3. Юленец Ю.П. *Аналитическая модель оценки качества высокочастотной сварки пластмасс* // Сварочное производство / Ю.П. Юленец, А.В. Гайков, А.В. Марков, Е.В. Осипова. – 2018. – № 4. – С. 28-31.

## НЕЙРОСЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА УТИЛИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВОДНЫХ СТОКОВ

А.А. Цапаев<sup>1</sup>, О.С. Харитонова<sup>2</sup>, В.В. Бронская<sup>2</sup>, Т.В. Володченко<sup>2</sup>,  
Ф.А. Мусина<sup>2</sup>, Д.С. Бальзамов<sup>3</sup>, Т.В. Игнашина<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Казанский федеральный университет,

<sup>2</sup> Казанский национальный исследовательский технологический университет,

<sup>3</sup> Казанский государственный энергетический университет,  
г. Казань

*Аннотация.* С целью создания комплекса контроля и прогнозирования оптимальных условий проведения реакции с минимальным значением химического потребления кислорода была создана нейросетевая модель процесса водного окисления промышленных водных стоков процесса гидроперекисного эпоксидирования пропилена.

С целью создания комплекса контроля и прогнозирования оптимальных условий проведения реакции с минимальным значением ХПК (степень загрязнения сточных вод и продукта реакции окисления определяется по значениям «химического потребления кислорода») была создана нейросетевая модель процесса водного окисления утилизации промышленных водных стоков [1] и приложение Windows Forms.

Нейросетевые модели – универсальный механизм для моделирования функций и классификации объектов, а также мощный метод моделирования, позволяющий воспроизводить сложные зависимости.

В данной работе используется многослойная сеть прямого распространения [2,3], которая является наиболее подходящей топологией для эмпирического моделирования и инженерных приложений [4]. Из всех методов обучения сети был выбран метод обучения с учителем. Процедура обучения требует набора входных и выходных данных процесса. Во время обучения веса и смещения итеративно корректируются для минимизации целевой функции. Алгоритм обучения – backpropagation (метод обратного распространения

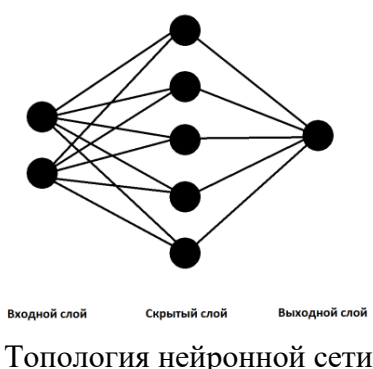
ошибки) – перемещает параметры сети в направлении отрицательного градиента. Функция активации – сигмоидальная с коэффициентом, равным 1.

Первоначально необходимо определить входные и выходные переменные. Исходя из целей и задач, входные и выходные данные представлены в таблице.

Входные и выходные параметры нейронной сети

Входные	Выходные
Избыток O <sub>2</sub> , O <sub>2</sub>	Химическое потребление кислорода, ХПК
Температура реактора, Тр	

После необходимо выбрать архитектуру искусственной нейронной сети. На рисунке представлена схема нейронной сети.



Далее необходимо было осуществить нормализацию наборов данных. Обучение нейронной сети более эффективно, когда выполняется нормализация входных и выходных переменных. Наборы данных были нормализованы в диапазоне [0; 1], используя формулу:

$$x_n = (x - x_{min}) / (x_{max} - x_{min}),$$

где  $x$  – исходное значение,  $x_n$  – нормализованное значение,  $x_{min}$  – минимальное значение данного параметра из набора,  $x_{max}$  – максимальное значение данного параметра из набора.

Для выбора архитектуры были произведены расчёты ошибок ХПК. Сравнивались полученные в ходе работы нейронной сети и полученные путём проведения эксперимента. Самой оптимальной является архитектура 2-5-1.

Проверку адекватности проводили с помощью коэффициента детерминации. Как показали значения R<sup>2</sup> при проверке сети на адекватность, значение коэффициента детерминации в случае обучающей (0.999) и тестирующих – в среднем (0.994) выборки близки и при этом переобучения сети не наблюдается.

Полученные результаты прогнозирования говорят о том, что искусственные нейронные сети позволяют решать сложные задачи определения свойств, в которых не прослеживается явной зависимости функции от параметров процесса, и могут быть использованы для совершенствования методик прогнозирования.

## Список литературы

1. Мусина Ф.А., Бронская В.В., Игнашина Т.В., Нургалиева А.А., Харитонова О.С. Экологически чистые химические технологии для устойчивого развития химической промышленности // Вестник Технологического университета. – 2019. – Т. 22. – №8. – С. 79-83.

2. Цапаев А.А., Бронская В.В., Игнашина Т.В., Суханов П.П. Нейросетевая модель процесса абсорбции углекислого газа водой // Научно-технический вестник Поволжья. – 2019. – №2. – С. 7-11.

3. Харитонова О.С., Цапаев А.А., Бронская В.В., Игнашина Т.В., Котова Н.В., Шайхетдинова Р.С. Основа системы нейросетевого управления процесса абсорбции // Передовые инновационные разработки. Перспективы и опыт использования, проблемы внедрения в производство. Сборник научных статей по итогам шестой международной научной конференции. – 2019. – С. 80-81.

## ПРИМЕНЕНИЕ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОБЪЕКТИВ НА ПОВЕРХНОСТИ ВОДОЕМОВ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ<sup>1\*</sup>

Н.Д. Панасенко

Донской государственный технический университет,  
г. Ростов-на-Дону

*Аннотация.* Работа посвящена обзору данных дистанционного зондирования описывающих распределения примесей по поверхности воды. Особое внимание уделяется процессам, происходящим в прибрежных системах. Для накопления информации рассмотрим использование данных дистанционного зондирования.

**Ключевые слова:** математическое моделирование, модели водных экосистем, анализ и прогноз состояния прибрежных систем, данные дистанционного зондирования, распределение примесей на поверхности воды, распределение загрязнения.

Описание распределения примесей по поверхности воды является важной практической задачей. Её можно решить с помощью детализированных оперативных моделей прогноза. Однако всегда важно знать основные теоретические законы этого процесса. Обзор этих результатов можно найти в книге Р.В. Озмидова [1].

В настоящее время существуют более 4000 экологических моделей водных экосистем разного уровня сложности и назначения. Известные модели: экосистемы Черного моря; мирового океана; прибрежной экосистемы Ла-Манш; экосистемы западного побережье Шотландии; экосистемы Балтийского моря; экосистем Каспийского и Белого морей; первичного круговорота озера Байкал; Цимлянского водохранилища; и др. При всем своем разнообразии модели во многом по-прежнему направлены на достижение одной главной цели – адекватное описание функционирования водных экосистем [2].

---

<sup>1\*</sup>Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-37-90070 (The reported study was funded by RFBR, project number 19-37-90070.)



В настоящее время для эффективного применения этих моделей с целью анализа и прогноза весьма остро стоит проблема их оснащения реальными входными данными. В качестве источника таких входных данных в современных условиях целесообразно использовать информацию с искусственных спутников Земли, а также с беспилотных летательных аппаратов и от других дистанционных источников геофизической информации. Преимущества этого метода заключаются, в основном, в актуальности данных на момент съемки, а также в высокой эффективности сбора данных, высоком информационном содержании, экономической целесообразности и так далее.

Данные дистанционного зондирования позволяют не только оснащать математические модели необходимой информацией, но и усваивать построенными моделями получаемые данные зондирования с целью повышения точности и увеличения надежности прогностического моделирования. В случае наступления чрезвычайных и опасных явлений, позволят осуществлять прогноз в ускоренном времени развития ситуаций с учетом метеобстановки и реальной гидрологической ситуации.

На сегодняшний день широко используются данные со спутников: NOAA, NASA Worldview, Landsat, SPOT, IRS, RADARSAT, ERS и другие, для дальнейшей их обработки.

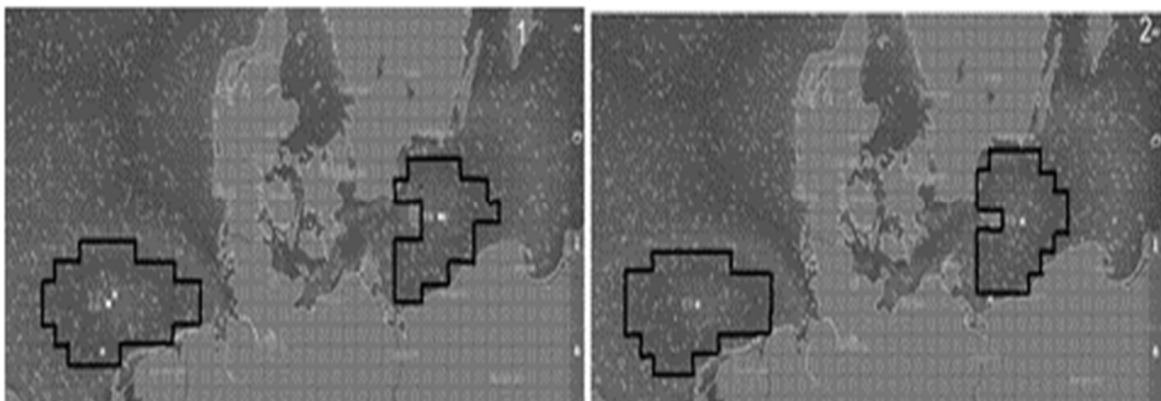


Рис.1. Наблюдения распространения примесей со спутника NOAA

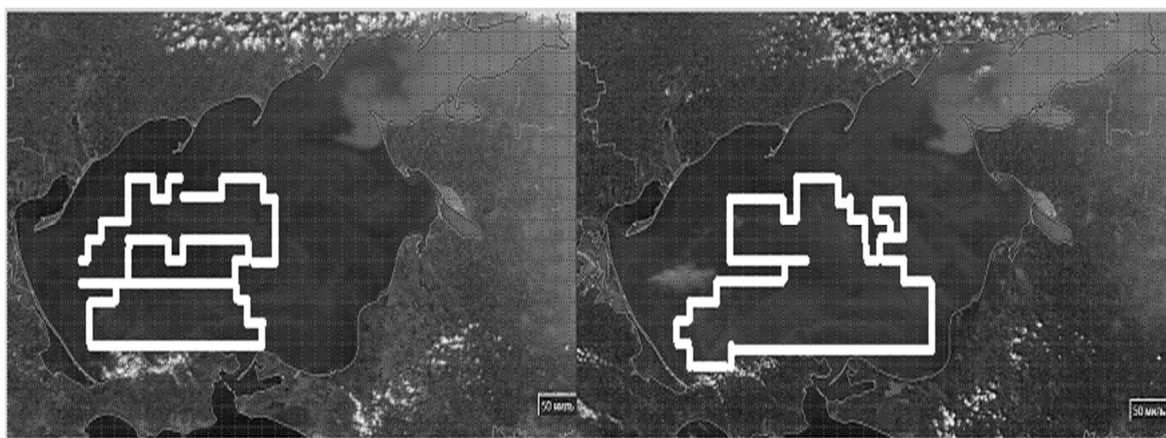


Рис.2. Наблюдения распространения примесей со спутника NASA

Представим процесс распространения на географическом объекте. Создадим сетку, которая описывает территорию на реальных координатах.

Представим на рисунке 1 наблюдение в течение суток через 3 часа со спутника NOAA [3]. На рисунке 2 наблюдение в течение суток через 3 часа со спутника NASA [4].

Приведенные показания свидетельствуют о наглядности применения дистанционного зондирования. При дальнейших исследованиях, будем опираться на полученные результаты. Планируется разработка полноценного программного обеспечения для компьютерной реализации обработки. Уделим больше времени рассмотрению математической стороны данного вопроса.

### Список литературы

1. Озмидов Р.В. Диффузия примесей в океане / Р.В. Озмидов – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 278 с.
2. Панасенко Н.Д. Обзор существующих моделей моделирования популяционных гидробиологических систем // Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения: сб. тр. 10-й Междунар. юбил. науч.-практ. конф. в рамках 20-й Междунар. агропром. выставки «Интерагромаш-2017» / Н.Д. Панасенко. – 2017. – 680–681с.
3. <http://hobitus.com/noaa>.
4. <https://worldview.earthdata.nasa.gov>.

## ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПАРООБРАЗОВАНИЯ СЖИЖЕННЫХ ГАЗОВ ИЗ АВАРИЙНОГО ПРОЛИВА

В.П. Мешалкин<sup>1</sup>, В.М. Панарин<sup>2</sup>, Н.М. Кочетов<sup>3</sup>, А.Н. Кочетов<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Академик Российской Академии Наук,  
г. Москва

<sup>2</sup> Тульский государственный университет,  
г. Тула

<sup>3</sup> Новомосковский институт повышения квалификации руководящих  
работников и специалистов химической промышленности,  
г. Новомосковск

<sup>4</sup> Федеральная служба по экологическому, технологическому  
и атомному надзору (Ростехнадзор),  
г. Санкт-Петербург

*Аннотация.* В химической технологии приходится иметь дело с массами сжиженных веществ, в том числе аммиака и хлора. Крупные аварии на объектах приводят к пожарам, взрывам и токсическому заражению окружающей среды.

Если происходит выброс таких веществ, то часть сжиженного газа мгновенно испаряется за счет высвобождения энергии, оставшаяся часть продолжает кипеть, используя тепло подстилающей поверхности, а затем испаряется из пролива. Главным

источником образования пожаро-взрывоопасных и токсичных облаков является стадия испарения сжиженного газа пролива, протекающая с понижением температуры жидкости и падения скорости испарения.

**Ключевые слова:** испарение, кипение, материальные и тепловые потоки.

## **Введение.**

На сегодня существующие нормативные методики не могут быть использованы для достоверного прогноза последствий производственных аварий и катастроф, так как не учитывают снижения скорости испарения сжиженных газов из пролива. Как показано в работе [1] расчеты интенсивности испарения без учета этого фактора завышают результат в несколько раз.

### **1. Анализ процессов парообразования сжиженных газов из пролива.**

#### **а). Кипение сжиженных газов.**

В основу расчетов интенсивности парообразования  $J_q$  при кипении [1-4] положено уравнение теплового баланса, когда жидкость имеет температуру кипения:

$$J_q = \frac{\sum q}{r_{ж}}, \quad (1)$$

где  $\sum q$  – тепловой поток из окружающей среды, включающий тепло от подстилающей поверхности  $q_r$  и из атмосферного воздушного потока  $q_a$ . В итоге уравнение принимает вид  $J_q = \frac{q_r + q_a}{r_{ж}}$ ,

где  $r_{ж}$  – теплота парообразования.

Расчет правомерен, когда  $\sum q \geq r_{ж}$  при температуре кипения и атмосферном давлении. К сожалению, длительность этого режима авторами [1-4, 16] не определена.

Тепловой поток от подстилающей поверхности определяли из численного решения трехмерного нестационарного уравнения теплопроводности для твердого подстилающего грунта [1]. Строгое решение трехмерного нестационарного уравнения характеризуется значительными трудностями. При проливе на грунт слой жидкости имеет бесконечно малую величину. В этом случае применяющаяся модель не повышает точность результата определения  $q_r$  и не обосновывает использование вычислительного комплекса Fluent.

Наиболее широко используется модель одномерной нестационарной диффузии теплового потока из грунта [2-4, 12].

Как правило, тепловой поток из атмосферного воздушного потока [2-4, 12], определяют используя уравнение Ньютона-Рихмана:

$$q_a = \alpha (T_g - T_{ж}), \quad (2)$$

где  $\alpha$  - коэффициент теплоотдачи от воздуха к жидкости,  $T_g$  - температура воздушного потока,  $T_{ж}$  - температура жидкости.

В работе [1] теплоток  $q_a$  вычисляется с помощью пристеночных функций, используя вычислительный комплекс Fluent.

При этом, расчеты ведут все без учета понижения температуры жидкости на стадии испарения.

Для проверки адекватности представленной математической модели [1] парообразования на стадии кипения сжиженных газов представлено сравнение опытных данных, полученных в ходе эксперимента со сжиженным азотом [12, 13] и метаном [14, 15] с данными, вычисленными по модели.

Использование сжиженного азота и метана вызывает интерес. Так, согласно данным таблицы 1, у них критическая температура значительно ниже температуры окружающей среды, поэтому их относят к криогенным веществам. Хранение криогенных веществ основывается на применении высококачественной термоизоляции с использованием, как правило воздушных оболочек.

Таблица 1  
Критические параметры некоторых веществ [17]

Вещество	Температура кипения при атмосферном давлении, °С	Критическая температура, °С	Критическое давление, бар
Азот	- 196,0	- 147,0	34,0
Кислород	-183,0	- 118,0	50,5
Метан	-164,0	- 82,0	46,5
Пропан	- 42,0	96,8	42,1
Хлор	-34,5	144,0	77,0
Аммиак	- 33,4	132,0	113,0
Бутан	- 0,5	152,3	3,7

Вытекающие криогенные жидкости будут находиться в равновесии со своим паром при атмосферном давлении. При разлиии по подстилающей поверхности с температурой 20 °С разность температур вытекающей жидкости и подстилающей поверхности для азота и метана будет достигать соответственно 216 °С и 184 °С. При столь сильном перепаде температур, образующиеся пузырьки пара сливаются, образуя пленку, которая отделяет кипящую жидкость от подстилающей поверхности, создавая пленочный режим кипения [17, рис. 53]. Плотность теплового потока от подстилающей поверхности и жидкости зависит от коэффициента теплопередачи, и он на этой стадии пропорционален  $\Delta T^{0,75}$ .

Со временем температура подстилающей поверхности снижается, что приводит к уменьшению  $\Delta T$  и снижению интенсивности теплового потока. Наступает режим пузырькового кипения, когда интенсивность поступления тепла к жидкости становится пропорциональной  $\Delta T^{3,0}$ , вследствие более эффективного использования тепла подстилающей поверхности.

Пролитое вещество имеет два режима кипения: пленочный и пузырьковый вследствие значительно отличающихся коэффициентов теплопередачи в ситуации твердое тело – жидкость.

Как видим, единственным источником тепла для режимов кипения криогенных веществ является теплоток от подстилающей поверхности. Однако, решение трехмерного нестационарного уравнения теплопроводности

твердого тела для оценки теплового потока здесь недостаточно, т.к. необходимо еще знать эффективность его использования, т.е. коэффициентов теплопередачи для режимов кипения. К сожалению, отсутствует численное решение уравнения теплопроводности твердого тела. При этом математическая модель не учитывает температурные критерии, определяющие режимы кипения, а также их длительность протекания.

Все это затрудняет оценить адекватность представленной модели.

На сегодня, многие применяемые в промышленности жидкости имеют критическую температуру выше, а температуру кипения ниже температуры окружающей среды. К ним относится большая группа предельных углеводородов  $C_2 - C_5$  и их производные, а также хлор, аммиак. Их поведение при проливе резко отличается от криогенных веществ. Как уже отмечалось ранее [1] они обладают способностью мгновенно вскипать, затем продолжать кипеть за счет тепла окружающей среды, а затем испаряться с потерей внутренней энергии и снижением температуры жидкости. Если криогенные вещества при проливе проходят последовательно два режима кипения, то эти сжиженные газы пока хватает тепла от подстилающей поверхности – и будет иметь место режим кипения, с переходом на режим испарения жидкости.

Поэтому предлагаемая математическая модель кипения криогенных веществ явно не будет подходить для сжиженных аммиака, пропана, бутана и т.д.

#### **б). Испарение сжиженного газа.**

Математическая модель [1-4] парообразования при испарении базируется на уравнении энергетического баланса пролива жидкости:

$$\sum q = q_{rp} + q_a + q_s - q_p + q_{ap} = q_n, \quad (3)$$

где  $\sum q$  – суммарный тепловой поток из окружающей среды, включающий  $q_{rp}$  – тепловой поток от подстилающей поверхности пролива,  $q_a$  – тепловой поток из атмосферы,  $q_s$  – тепловой поток от солнечной радиации,  $q_p$  – тепловой поток, излучаемый поверхностью пролива,  $q_{ap}$  – тепловой поток к проливу вследствие излучения атмосферы,  $q_n$  – затраты тепла на парообразование.

Оценим вкратце данное уравнение (3). Как правило, в тепловой баланс включают потоки имеющие постоянную скорость поступления во времени. Здесь же для режима испарения скорость потоков  $q_a$ ,  $q_s$ ,  $q_p$  и  $q_{ap}$  зависят от температуры жидкости, которая понижается в процессе протекания режима испарения.

Скорость поступления тепла от подстилающей поверхности затухает со временем. Энергетический баланс, составленный без учета этих факторов, перестает выполнять свое назначение.

Изменение температуры жидкости в режиме испарения они рекомендуют рассчитывать, решая уравнение:

$$\frac{\alpha T_{жс}}{\alpha t} = \frac{q_{rp} - q_n}{C_{жс} \cdot m_{жс}}, \quad (4)$$

где  $C_{ж}$  – теплоемкость жидкости,  $m_{ж}$  – масса жидкости, отнесенная к единице поверхности пролива.

Кроме того, данное уравнение не учитывает уменьшение массы жидкости  $m_{ж}$  в процессе испарения. При этом уравнение (3) указывает на снижение температуры жидкости и в режиме кипения, когда  $q_{rp} \geq q_n$ , что явно противоречит физической сущности режима кипения, который протекает при постоянной температуре, равной температуре кипения жидкости.

Уравнение (4) начинает описывать режим испарения, когда тепла от подстилающей поверхности  $q_{rp}(t)$  начинает не хватать на парообразование при кипении жидкости  $q_n$ :  $q_{rp}(t) \leq q_n$ , что подтверждает рекомендации работ [5-7]. Поэтому принятый диффузионный поток  $J_{q \max}$  [1] в качестве критерия, определяющего переход к режиму испарения не отвечает физической сущности процессов парообразования в режимах кипения и испарения жидкости.

Для проверки адекватности математической модели парообразования на стадии испарения с поверхности пролива использованы экспериментальные данные по испарению бутана, приведенные в работе [8]. Интенсивность испарения измерялась в поздние моменты времени.

Результаты расчетов и экспериментальные данные приведены в таблице 2. Для сравнения представлены и значения, вычисленные по нормативной методике [18], без снижения температуры жидкости, оказались в 5 раз ниже расчетных по модели.

Таблица 2  
Экспериментальные и расчетные значения интенсивности испарения [1]

№ эксперимента	Экспериментальное значение интенсивности испарения, г/м <sup>2</sup> с [8]	Интенсивность испарения рассчитанная по модели, г/м <sup>2</sup> с		Погрешность расчета по модели, % [1]	Интенсивность испарения, рассчитанная по уравнению, г/м <sup>2</sup> с [18]	Погрешность расчета по уравнению, % [18]
		[1]	[9]			
1	3,7	3,2	2,7	- 15,6	0,72	- 414
2	2,7	3,5	3,0	+ 22,9	0,81	- 233
3	2,3	2,0	2,2	- 15	0,63	- 265
4	3,9	2,7	3,4	- 44,4	1,3	- 200
5	5,5	4,5	5,6	- 22,2	1,1	- 400
6	5,6	6,4	6,0	+ 12,5	1,1	- 409
7	7,2	6,6	6,4	- 5,1	1,2	- 500

Такой результат противоречит физической сущности модели парообразования на стадии испарения сжиженного газа. Необходимо еще заметить, что разброс результатов расчета по модели [1] с экспериментом [8] может достигать более 40 % (опыт 4).

Отсутствие исходных условий проведения как эксперимента, так из расчетов по модели и нормативной методики не позволяет проверить достоверность представленных результатов и соответственно говорить о адекватности математической модели.

Опытные данные по испарению сжиженного бутана, приведенные в работе [8] были использованы и в работе [9] при верификации также для модели низколетучих жидкостей. Для этого по экспериментальным данным были произведены расчеты с использованием той же математической модели. Результаты расчетов авторов модели в [1] и в [9] не совпадают, отклонение для некоторых опытов более 20 %. Вопрос обсуждения адекватности математической модели теряет смысл.

Проводимость также и сравнение результатов расчета удельной массы испарившегося бутана  $m_{исп}$ , полученных с использованием разработанной модели и формулы из нормативной методики [18].

$$m_{исп} = \frac{(T_{сп} - T_{к})}{\Delta H} \cdot \left( 2\lambda_{сп} \sqrt{\frac{t}{\pi\alpha}} + \frac{5,1\sqrt{R_e} \cdot \lambda_g \cdot t}{d} \right), \quad (5)$$

где  $T_{сп}$  – температура подстилающей поверхности;  $T_{к}$  – температура сжиженного газа;  $\Delta H$  – удельная теплота испарения сжиженного газа;  $\lambda_{сп}$  – коэффициент теплопроводности подстилающей поверхности;  $\alpha$  – коэффициент температуропроводности подстилающей поверхности;  $t$  – время, применяемое равным времени полного испарения сжиженного газа, но не более 3600 с.;  $R_e = \frac{V \cdot d}{\varrho_g}$  – число Рейнольдса ( $V$  – скорость воздушного потока,  $d$  – характерный размер пролива,  $\varrho_g$  – кинематическая вязкость воздуха);  $\lambda_g$  – коэффициент теплопроводности воздуха.

Результаты сравнения представлены на рис. 1.

Прежде всего несколько слов об уравнении (5). Можно заметить, что данное уравнение определяет суммарную массу испарившегося бутана как за счет тепла от подстилающей поверхности, так и от тепла воздушного потока во времени. Первое слагаемое в уравнении характеризует режим кипения, а второе – режим испарения бутана. Эти режимы протекают последовательно и со своей длительностью. Жидкость не может одновременно кипеть и испаряться, это противоречит физической сущности парообразования из пролива.

Зависимость удельной массы испарившегося бутана на поздней стадии парообразования (испарения) отличаются от прямой линии, т.к. авторы [1, 10] здесь учитывают еще и удельную массу бутана (режим кипения) за счет тепла от подстилающей поверхности, забываем, что эти режимы протекают последовательно. Кроме того, уравнение не учитывает снижение температуры сжиженного бутана, т.е. снижение скорости парообразования в режиме испарения, что должно приводить к завышенным значениям массы в сравнении с предложенной математической моделью (рис. 1 в, б 1).

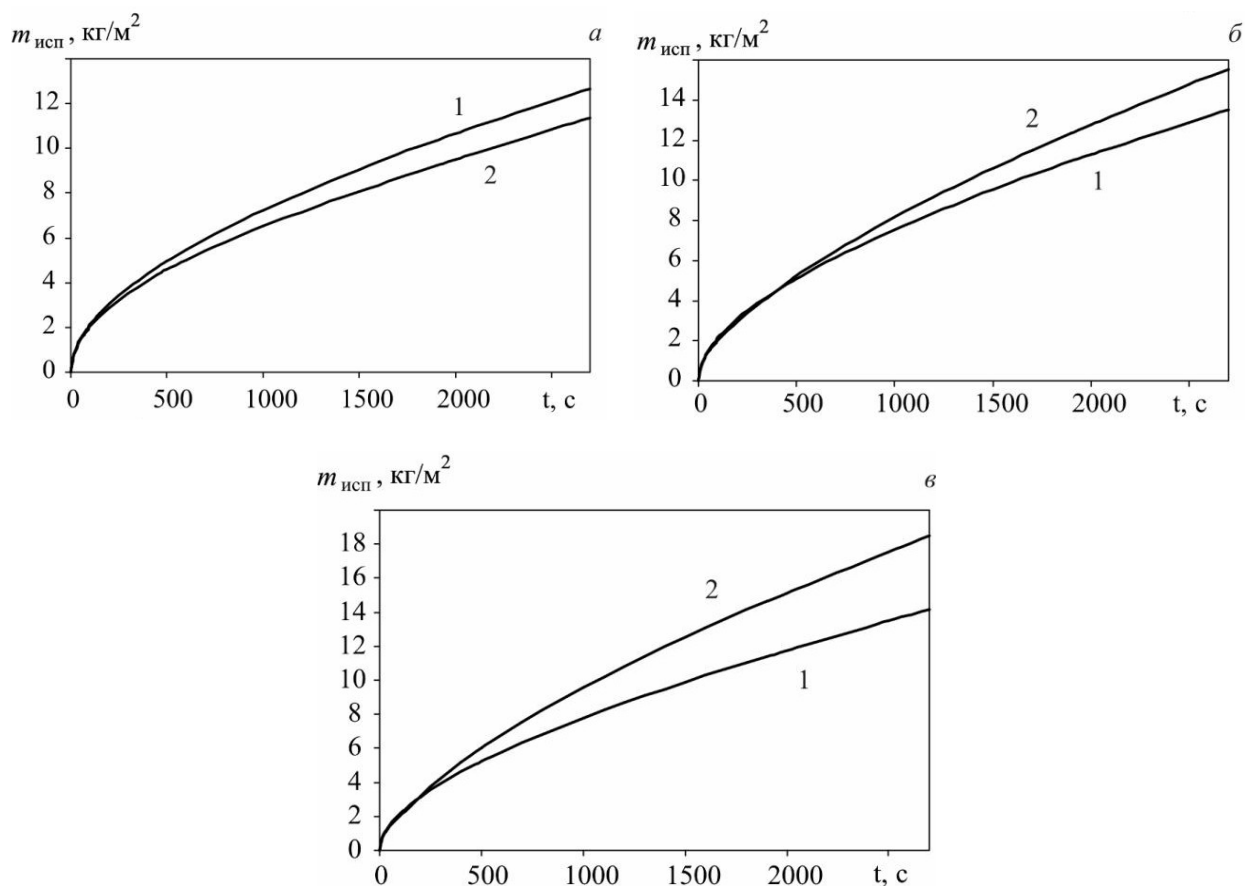


Рис. 1. зависимость удельной массы  $m_{исп}$  испарившегося бутана от времени  $t$  при скорости ветра: а – 1 м/с; б – 2 м/с; в – 3 м/с; 1 – по формуле (5); 2 – по численному методу [1]

Из рис. 1 видно, что значение  $m_{исп}$ , рассчитанные по численной модели, при скорости ветра 1 м/с ниже, а при скоростях 2 и 3 м/с выше соответствующих значений, определенных по данной формуле. Авторы объясняют это тем, что в нормативной методике не учитывается переход к режиму испарения, который имеет место на поздних стадиях процесса парообразования. Этот факт не может быть определяющим. Для того, чтобы уравнение учитывало переход к режиму испарения, необходимо знать и учитывать длительность режима кипения. Тогда зависимость, характеризующая режим испарения по формуле (5) превращается в прямую линию, не меняя своего расположения относительно зависимости (2) по численному методу.

Следует отметить, что переход к режиму испарения для графических зависимостей по численному методу также не зафиксирован. Здесь не представлены и значения критерия перехода  $J_{q \max}$  к режиму испарения даже и при скоростях ветра 2 и 3 м/с, который наступает через 100 и 60 с., соответственно, после образования пролива [1].

Рассмотрим теперь более детально графики изменения массы испарившегося аммиака из пролива и температуры жидкости в зависимости от времени и скорости ветра, полученные с использованием математической модели. Материал представлен на рис. 2, 3 [1].



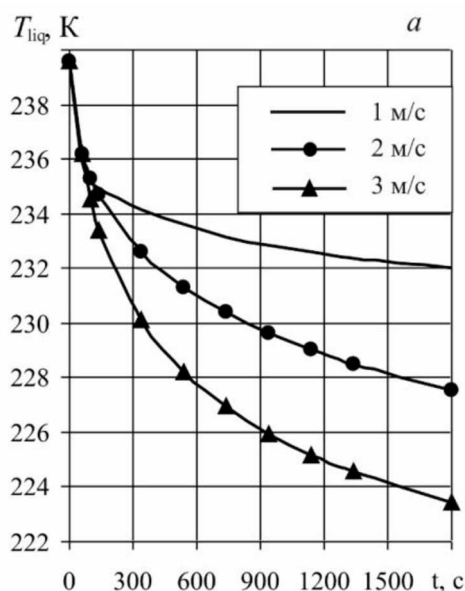


Рис. 2. Изменение осредненной по поверхности пролива температуры жидкости в зависимости от времени и скорости ветра [1]

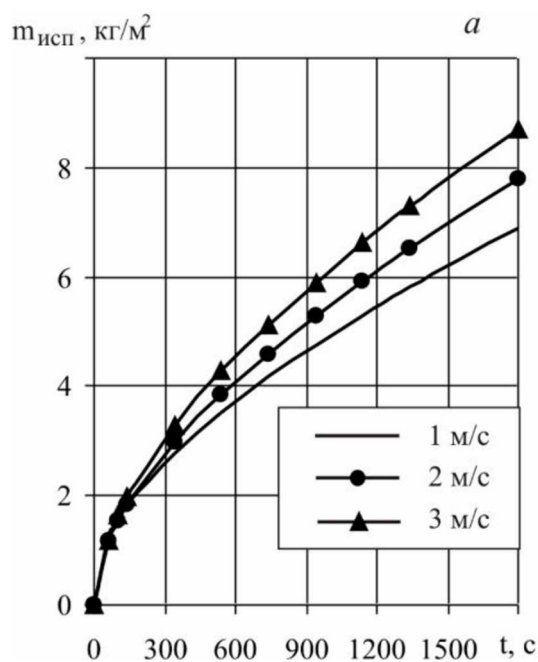


Рис. 3. Изменение массы испарившейся жидкости в зависимости от времени и скорости ветра [1]

Из рис. 2 видно, что при всех скоростях ветра падение температуры жидкого аммиака происходит сразу после возникновения пролива, то есть парообразование из пролива идет в режиме испарения.

В режиме испарения падение температуры должно происходить после возникновения пролива с разной скоростью в зависимости от подвижности воздушного потока.

В тоже время из рис. 3 следует, что зависимость интенсивности парообразования также совпадают в течение 100 – 150 с., а затем расходятся с

учетом скорости ветра, что характерно только для режима кипения. При этом точки расхождения зависимостей характеризуют длительность этого режима кипения с учетом скорости ветра.

Вопрос об адекватности математической модели парообразования сжиженных газов из пролива отпадает.

## 2. Предлагаемые математические модели парообразования сжиженных газов.

При разливе сжиженных газов, температура кипения которых при атмосферном давлении ниже температуры окружающей среды, переходят в состояние кипения за счет теплопритока из окружающей среды. Лимитирующими являются теплопоток от подстилающей поверхности пролива  $q_{zp}$  и конвективный поток из атмосферы  $q_a$  [1, 4 - 16].

Влиянием теплового потока из атмосферы  $q_a$  на протекание парообразование можно пренебречь [7]. Повышение температуры воздушного потока в интервале от 20 °С до 200 °С незначительно увеличивают скорость парообразования [20].

Уравнение Ньютона – Рихмана  $q_с = \alpha \cdot (T_с - T_{жс})$  не учитывает тепломассообмен паров жидкости с низкой температурой  $T_{жс}$  с атмосферным воздухом  $T_с$ .

Единственным источником тепла остается теплопоток от подстилающей поверхности. В предлагаемой математической модели для оценки теплового потока используется решение уравнения одномерной нестационарной теплопроводности твердого тела  $q_{zp}(t) = \lambda_{zp} \cdot \frac{\sigma \cdot T_{zp}}{\delta \cdot Y}$ .

Результат решения – усредненный тепловой поток, который зависит от физических свойств подстилающей поверхности и длительности протекания процесса кипения жидкости

$$q_{zp}(t) = \sqrt{\frac{\rho_{zp} \cdot \lambda_{zp} \cdot c_{zp}}{\pi \cdot t}} \cdot [\tau_{zp} - \tau_{жс}(t)], \quad (6)$$

где  $\rho_{zp}$  – плотность материала,  $\lambda_{zp}$  – теплопроводность материала,  $c_{zp}$  – коэффициент теплопроводности,  $\tau_{zp}$  – абсолютная температура материала подстилающей поверхности,  $\tau_{жс}(t) = T_{жс}^k$  – температура кипения жидкости.

С учетом удельной теплоты парообразования  $r_{жс}$  жидкости интенсивность парообразования при кипении с единично поверхности пролива за счет тепла подстилающей поверхности примет вид:

$$J(t) = \sqrt{\frac{\rho_{zp} \cdot \lambda_{zp} \cdot c_{zp}}{\pi \cdot t}} \cdot \frac{\tau_{zp} - \tau_{жс}}{r_{жс}}, \quad (7)$$

Графические зависимости поведения сжиженного аммиака при кипении показаны на рис. 4, где представлены тепловой поток от подстилающей поверхности, интенсивность кипения сжиженного аммиака за счет аммиака согласно нормативной зависимости [18]:

$$J = 10^{-6} \cdot \eta \cdot P_n \cdot \sqrt{\mu}, \quad (8)$$

Здесь,  $\eta$  – коэффициент, учитывающий влияние скорости воздушного потока над зеркалом пролива ( $\eta = 7,7$  при скорости воздушного потока 1 м/с),  $P_n = 101,3$  кПа – давление насыщенных паров жидкости при температуре кипения,  $\mu$  – молекулярная масса жидкости. Погрешность расчетов по формуле не превышает 10 – 12 % [19].

Сразу, или после образования пролива тепловой поток  $q_{zp}$  резко снижается вследствие того, что температура подстилающей поверхности понижается до температуры кипения жидкости. Слой грунта начинает выполнять роль теплоизолирующей прослойки, препятствуя подводу тепла из глубины слоев подстилающей поверхности. Поступление тепла происходит согласно уравнения (6) -  $q_{zp} \propto t^{-5}$ . Соответственно и интенсивность кипения тоже затухает согласно:

$J_k(t) = \frac{q_{zp}(t)}{r_{жс}} \propto t^{-0,5}$ . Наступает момент, когда тепловой поток  $q_{zp}(t)$  становится сопоставим, а затем и менее затрат тепла на поддержание жидкости при температуре кипения и переход молекул в пар, т.е. парообразование переходит в режим испарения для условий подвижности окружающей среды (скорости воздушного потока).

Скорость парообразования при кипении становится равной интенсивности парообразования при испарении жидкости:

$$\frac{\tau_{zp} - \tau_{жс}}{r_{жс}} \cdot \sqrt{\frac{\rho_{zp} \cdot \lambda_{zp} \cdot c_{zp}}{\pi \cdot t}} = 10^{-6} \cdot \eta \cdot P_n \cdot \sqrt{\mu}, \quad (9)$$

Из условия равенства скоростей парообразования можно оценить и длительность режима кипения  $\tau_k$  за счет тепла от подстилающей поверхности.

Рассмотрим в качестве примера пролива сжиженного аммиака на бетонную поверхность с температурой 20 °С при скорости воздушного потока 1 м/с (плотность материала –  $\rho_{zp} = 2300$  кг/м<sup>3</sup>, теплоемкость материала –  $c_{zp} = 1130$  Вт/кг град, коэффициент теплопроводности –  $\lambda_{zp} = 1,29$  Вт/м град, удельная теплота парообразования аммиака –  $r_{жс} = 1360$  кДж/кг). Длительность режима кипения жидкости составляет 115 сек.

Площадь под кривой интенсивности парообразования [7] определяет массу испарившейся жидкости. После интегрирования скорости кипения  $\int_0^{\tau_k} J_k(t) \cdot dt$  получаем зависимость массы испарившейся жидкости за время кипения  $t_k$  :

$$m_k = \frac{2 \cdot (\tau_{zp} - \tau_{жс})}{r_{жс}} \cdot \sqrt{\frac{\rho_{zp} \cdot \lambda_{zp} \cdot c_{zp}}{\pi \cdot t}} \cdot \sqrt{t}, \quad (10)$$

Если режим кипения протекает за счет тепла, поступающего из окружающей среды, то испарение – это процесс парообразования связан с потерей собственной внутренней энергии, ведущей к понижению температуры поверхностного слоя жидкости. Чтобы оценить эту внутреннюю энергию

необходимо составить материально-энергетический баланс процесса парообразования при испарении жидкости.

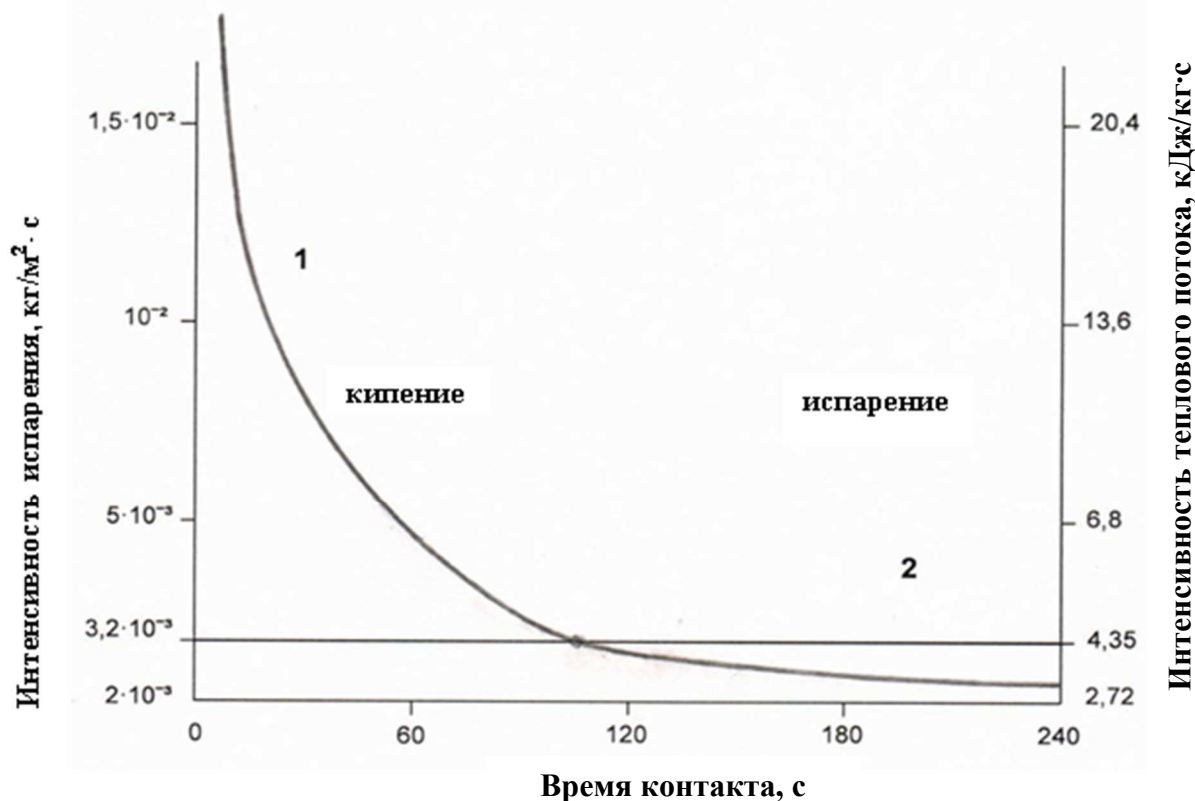


Рис. 4. Парообразование жидкого аммиака на бетонной поверхности во времени при скорости воздушного потока 1 м/с.

При испарении массы жидкости  $\Delta m(t)$  с единицы поверхностного слоя  $S$  за малый промежуток времени расход энергии составит  $q_{II}(t) = r_{жс} \cdot m(t)$ . Эта энергия компенсируется за счет теплопритока от подстилающей поверхности  $q_{zp}(t)$  (6) и потери внутренней энергии оставшейся жидкости  $C_{жс} \left[ \left( \frac{m}{S} - \Delta m(t) \right) \cdot (\tau_k - \tau_{жс}(t)) \right]$ .

Материально-энергетический баланс будет отвечать соотношению  $r_{жс} \Delta m(t) = C_{жс} \left[ \left( \frac{m}{S} - \Delta m(t) \right) \cdot (\tau_k - \tau_{жс}(t)) \right] - q_{zp}(t)$ .

Для выяснения зависимости температура слоя жидкости используем интегрально-дифференциальное уравнение, предложенное и решенное в работе [7].

$$\frac{d(\tau)}{d(t)} = \frac{r_{жс} \cdot \Delta m(t) - q_{zp}(t)}{C_{жс} \left[ \rho_{жс} \cdot 0,05 - \int_0^{\tau} \Delta m(t) \cdot dt \right]}, \quad (11)$$

Там же, представлены и графические зависимости изменения температуры поверхностного слоя для скоростей воздушного потока 1 м/с и 2 м/с при проливе сжиженного аммиака на бетонную поверхность с температурой 20 °С.

Эти результаты позволили построить зависимости скоростей испарения с учетом подвижности воздушного потока над поверхностью пролива, которые представлены на рис. 5.

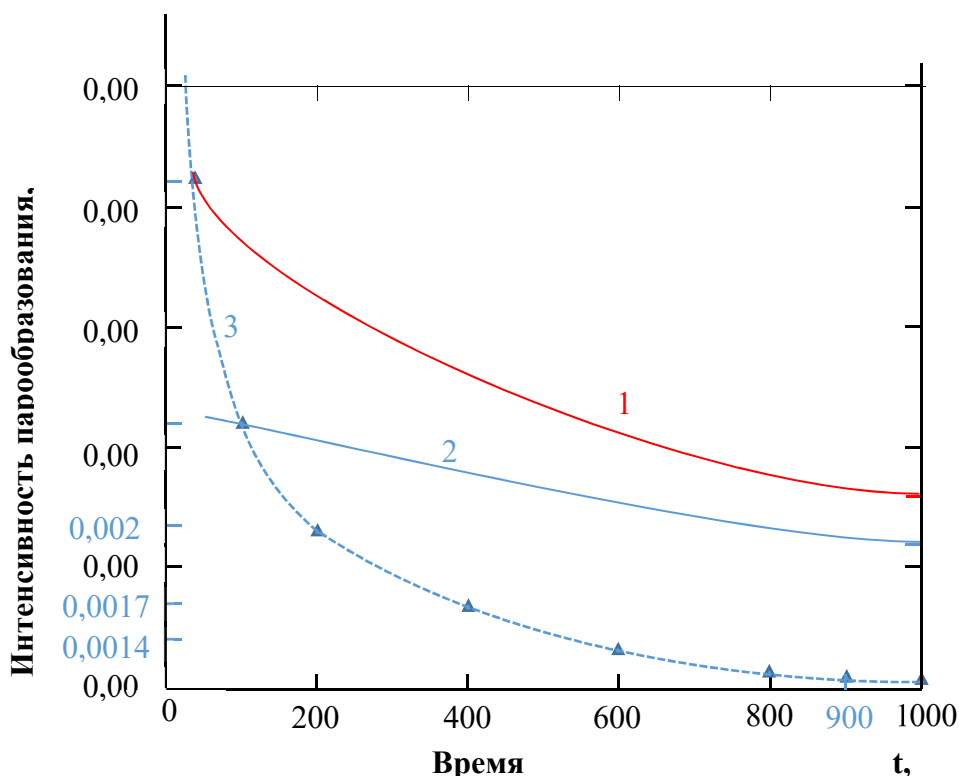


Рис. 5. Интенсивность испарения сжиженного аммиака из пролива на бетон при скоростях воздушного потока: 1 – 2 м/с; 2 – 1 м/с; 3 – интенсивность кипения за счет тепла бетона

Зависимость скоростей кипения сжиженного аммиака от теплототока от подстилающей поверхности описывается кривой 3. Интенсивность режима кипения 115 с и 44 с отвечают соответственно скоростям воздушного потока 1 м/с и 2 м/с, зависимость (9).

Режимы испарения характеризуются кривыми 1 и 2 с учетом в соответствии с скоростями воздушного потока 2 м/с и 1 м/с. Чем больше скорость воздушного потока, тем заметнее снижается интенсивность испарения.

Графические зависимости построенные с учетом снижения температуры в процессе от испарения.

### Заключение.

Проанализированы существующие модели парообразования при кипении и испарении сжиженных газов из пролива.

На основе законов сохранения вещества и энергии выявлена зависимость изменения скорости испарения сжиженных газов в зависимости от скорости воздушного потока с учетом снижения температуры жидкости.

Представлены и математические зависимости расчета скоростей и длительности кипения сжиженных газов за счет тепла от подстилающей поверхности.

## Список литературы

1. Старовойтова Е.В., Галеев А.Д., Поникаров С.И. Основы прогнозирования последствий аварийных залповых выбросов сжиженных газов. // Монография. М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. - Казань: Изд-во КНИТУ. - 2013. - с. 156.
2. Peter I. Kawamura, Donald Mackay. The evaporation of volatile liquids. // *Journal of Hazardous Materials Original Research Article. Volume 15, Issue 3, 1987, Pages 343-364.*
3. Воротилин В.П., Горбулин В.Д. Математическое моделирование испарения сжиженного газа при аварийном разливе на открытых пространствах. // *Химическая промышленность. - 1992. - № 6. - с. 354 – 359.*
4. Хлуденев С. А. и др. Некоторые аспекты кинетики испарения опасных веществ с поверхности аварийных проливов. // *Бурение и нефть. - 2010. - № 5. - с. 55 – 58.*
5. Кочетов Н.М. Моделирование процесса парообразования сжиженных газов при их аварийном разливе. // *Проблемы анализа риска. - Том 6. - 2009. - № 3. - с. 64 – 71.*
6. Кочетов Н.М., Кочетов А.Н. Об эффективной длительности парообразования при кипении жидкости из пролива. // *Проблемы анализа риска. - Том 13. - 2016. - № 5. - с. 41 – 54.*
7. Кочетов Н.М., Кочетов А.Н. Математическая модель процесса парообразования при испарении сжиженного газа. // *Проблемы анализа риска. - Том 5. - 2018. - № 1. - с. 74 – 81.*
8. Philip W.M. Brighton. Further verification of a theory for mass and heat transfer from evaporating pools. // *Journal of Hazardous Materials. Volume 23, Issue 2, 1990, Pages 215 – 234.*
9. Галеев А.Д., Поникаров С.И. Моделирование образования и распространения токсичных облаков в результате аварийных разливов. // *Химическая промышленность сегодня. - 2008. - № 8. - с. 46 – 51.*
10. «Методические указания по оценке последствий аварийных выбросов опасных веществ», утвержденные приказом Ростехнадзора от 14.12.2007 № 859 (РД 03-26-2007), прекратили действие с 19.04.2015.
11. Руководство по безопасности «Методика моделирования распространения аварийных выбросов опасных веществ», утвержденное приказом Ростехнадзора от 20.04.2015 № 158, взамен РД 03-26-2007.
12. Шебеко Ю.Н. и др. Математическая модель испарения сжиженных углеводородных газов со свободной поверхности. // *Химическая промышленность. - 1992. - № 7. - с. 404 – 408.*
13. Едигаров А.С. Численное моделирование аварии на хранилище сжиженного нефтяного газа высокого давления. // *Математическое моделирование. - 1995. - Том 7. - № 4. - с. 3 – 18.*
14. Старовойтова Е.В., Галеев А.Д., Поникаров С.И. Экспериментальное исследование интенсивности парообразования сжиженного газа. // *Вестник Казанского технологического университета. - 2012. - Том 15. - № 9. - с. 70 - 71.*

15. Болодьян И.А., Молчанов В.П., Дешевых Ю.И. и др. *Пожаровзрывобезопасность объектов хранения сжиженного природного газа. Процессы испарения и формирование пожаровзрывоопасных облаков при проливе жидкого метана. Методика оценки параметров.* // *Пожарная безопасность.* - 2000. - № 4. - с. 108-121.

16. Сафронов В.С. Едигаров А.С. *Анализ особенностей и расчет интенсивности испарения сжиженного природного газа при его аварийных разливах по поверхности грунта.* // *Сборник научных трудов «Вопросы транспорта и газа».* - М.: ВНИИГАЗ. - 1985. - с. 135 – 149.

17. Маршалл В.К. *Основные опасности химических производств.* - М.: Мир. - 1989. - с. 672.

18. ГОСТ 12.3.047-2012. *Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.* Утвержден и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27.12.2012 № 1971-ст.

19. Живайкин Л.Я., Фальковский Я.Н., Ветошкин А.Г. *Категорирование и классификация зданий, сооружений, производств и зон взрывопожароопасности.* // *Методическая разработка.* - М.: МИПК Минхимнефтепрома СССР. - 1991. - с. 43.

20. *Burges et al. // 15-th Symposium International Combustion, Tokyo. 1974, Pages 283 – 289.*

## **ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОЧИСТКИ НЕФТЯНОЙ СКВАЖИНЫ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ**

Е.И. Кульментьева, Д.В. Прощекальников

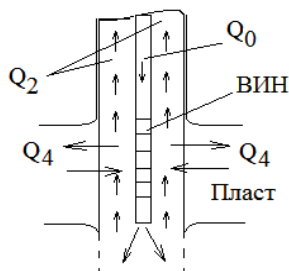
Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
г. Казань

*Аннотация.* Определена энергетическая эффективность очистки нефтяной скважины в пульсационном режиме для различных растворителей. Рассчитаны, с помощью стандартной  $k-\varepsilon$  модели турбулентности, коэффициенты теплоотдачи для различных моделей и растворителей. На основе которых, по условию подобия, получены коэффициенты массоотдачи. Эффективность очистки слабо зависит от растворимости рабочей жидкости, больше определяется коэффициентами тепло и массоотдачи.

Пульсационная очистка нефтяных скважин и призабойной зоны направлена на удаление асфальтеносмолопарафиновых отложений и несомненно приводит к интенсификации тепломассообмена в призабойной зоне скважины. Ее эффективность может быть повышена путем использования различных растворителей и технологий кислотной обработки. В силу сложности процессов гидродинамического трения и трансформации кинетической энергии в тепло эти параметры могут сильно отличаться в зависимости от физической природы и структуры рабочей жидкости.

Для оценки эффективности очистки скважины от асфальтеносмолопарафинистых отложений важно иметь достоверные данные о скорости тепло и массоотдачи. Однако остается невыясненным вопрос о влиянии эффектов диссипации кинетической энергии на скорость тепло и массоотдачи.

На рисунке показана структура потоков в призабойной зоне скважины. На конце насосно-компрессорной трубы (НКТ) расположен высокочастотный индукционный нагреватель ВИН, способный за 2-3 мин нагреть поверхность НКТ до температуры 70-80°C [1].



Потоки рабочей жидкости в призабойной зоне скважины с высокочастотным индукционным нагревом на конце

Хвостовик насосно-компрессорной трубы имеет изоляционное фланцевое соединение от основной части НКТ, так, что поток тепла не распространяется вдоль поверхности металла, а также опущен ниже интервала перфорации на длину равную  $L$ , порядка 10-15 метров

Расчет коэффициентов теплоотдачи по стандартной  $k$ - $\epsilon$  модели турбулентности производился в программном CFD комплексе FLUENT. Геометрическая модель объекта задавалась в виде круглой цилиндрической трубы с длиной равной зоне интервала перфораций ( $l=2-4$  м) со стандартным диаметром НКТ ( $d=145$  мм) [2]. Математическое описание – система дифференциальных уравнений Навье Стокса, дополненных уравнениями неразрывности и энергии, с заданными краевыми условиями переноса тепла. Коэффициенты массоотдачи вычислялись из условий подобия. В качестве растворителей были выбраны нефрас, пластовая вода, газойль, керосин. Расчет производился по двум методам: метод 1 «Wall Func. Heat Tran. Coef.» и метод 2 «Surface Heat Transfer Coef.».

В таблицах 1, 2 приведены средние значения (по периоду пульсаций) коэффициентов тепло и массоотдачи для различных растворителей.

Таблица 1

Средние по периоду коэффициенты теплоотдачи при тепловой очистке скважины для различных моделей и растворителей

Растворитель	Модель $k - \epsilon$ турбулентности	
	Метод 1	Метод 2
Газойль		
Керосин	201	202
Нефрас	37	38
Вода	49	51



Таблица 2

Средние по периоду коэффициенты массоотдачи при тепловой очистке скважины для различных моделей и растворителей

Растворитель	Модель $k - \varepsilon$ турбулентности	
	Метод 1	Метод 2
Газойль	4,60E-06	4,63E-06
Керосин	9,70E-07	1,00E-06
Нефрас	9,18E-07	9,55E-07

Для эффективного прогрева призабойной зоны необходимо опускать хвостовик на длину  $L$  порядка 20-30 метров ниже интервала перфорации. Ее значение определяется из соотношения:  $L = \tau \cdot w / 2$ , где  $w$  – средняя скорость растворителя. Мощность ВИН определяется экспериментально из расчета 4 кВт на метр длины ВИН [2]. Для оценки эффективности растворителей  $\Theta = N/M$ ,  $N = N_{\text{ср}} + N_{\text{ВИН}}$  приводится энергия, затраченная на растворение единицы массы АСПО при пульсации.

Таблица 3

Эффективность тепловой очистки скважины для различных растворителей

Растворитель	$\alpha$ , Вт/м <sup>2</sup> К	$\beta$ , м/с	$\Theta = N/M$ , кДж/т
Газойль	200,5	4,6E-06	668,04
Керосин	36,58	9,7E-07	118,41
Нефрас	48,7	9,18E-07	24,01
Вода	1209,5	1,09E-05	12,31

Эффективность очистки слабо зависит от растворимости рабочей жидкости, а главным образом определяется коэффициентами тепло и массоотдачи. Массоотдача определяет скорость растворения, а теплоотдача – мощность ВИН. Для воды эти показатели наилучшие и приемлемые длины ВИН. Хорошие результаты коэффициентов массоотдачи у нефраса, однако, по энергозатратам нефрас уступает воде в два раза.

### Список литературы

1. Шилов А.А. Тепловое воздействие на призабойную зону пласта с применением индукционного высокочастотного нагревателя / А.А. Шилов, В.В. Дрягин, В.И. Опошнян // Каротажник. - № 64. - С. 53-55.
2. Прощекальников Д.В. Расчет коэффициентов тепло и массоотдачи в стволе нефтяной скважины с использованием  $k-\varepsilon$  модели турбулентности / Д.В. Прощекальников, Е.И. Кульментьева, Р.Р. Рамазанов, С.Д. Солодов // Вестник Казанского технологического университета. - 2014. - Т. 17, № 5. - С. 235-238.

# МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ОЧИСТКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Р.Р. Галямов

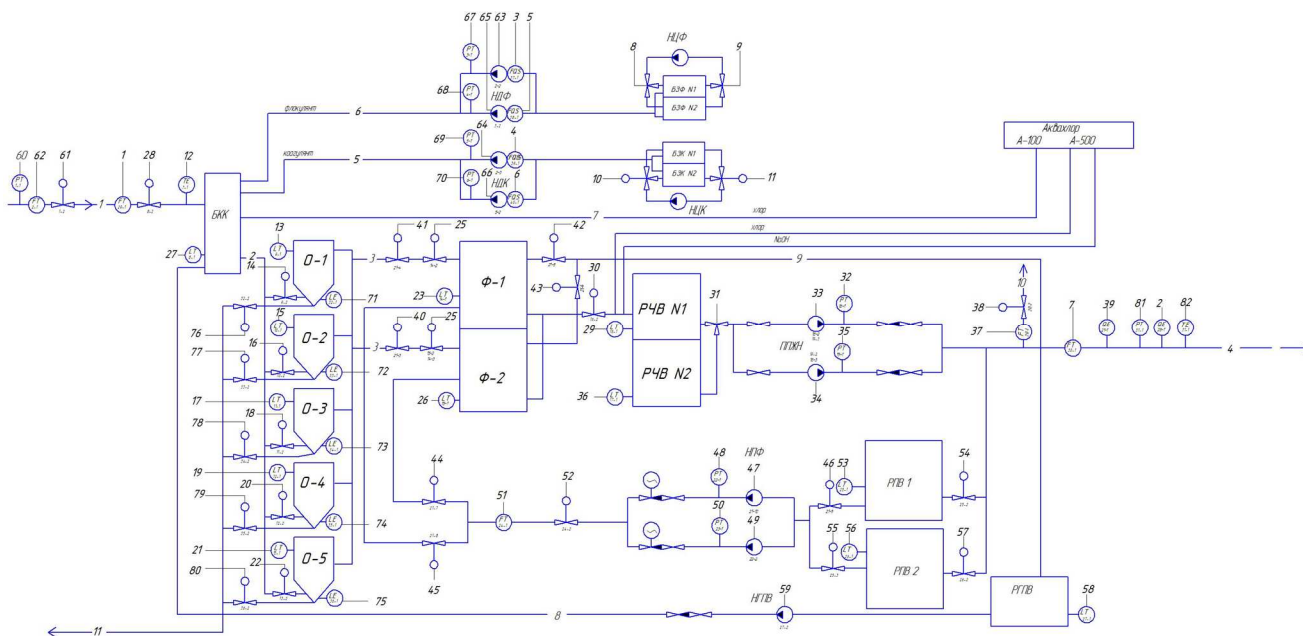
Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
г. Казань

*Аннотация.* Рассмотрены вопросы модернизации систем контроля, сигнализации и автоматического регулирования очистных сооружений воды, которые предусматривает увеличения степени надёжности водоснабжения, снижение энергетических затрат, повышение экономической эффективности.

## Введение

Питьевая вода во всём мире считается наиболее ценным ресурсом. Недостаток питьевой воды является причиной не только дискомфорта проживания, причиной массовых эпидемий, но и – причиной социальных конфликтов. Несмотря на автоматизацию процессов очистки и подачи воды в развитых странах, себестоимость производства питьевой воды во всём мире постоянно возрастает из-за дефицита чистой воды. Особенно остро этот вопрос стоит в Российской Федерации в связи с низким инженерным уровнем типовых проектов объектов водоподготовки, в которых заложен высокий уровень ручного труда, низкий уровень механизации и автоматизации производственных процессов. О безлюдных технологиях говорить вообще не приходится [1].

Процесс очистки питьевой воды представлен на рисунке.



Очистные сооружения

Основным технологическим оборудованием является блок контактных камер, осветлители и фильтры. В блок контактных камер из водозабора поступает необходимое количество технической воды, там происходит первичное обеззараживание флокулянтном, коагулянтном и оксидантом хлора.

Вода с реагентами поступает в зал осветителей, в котором осаждаются механические примеси, далее через переливные трубы на механическую очистку в зал фильтров. Затем очищенная вода поступает к потребителю.

Для нормального и безопасного протекания технологического процесса необходимо контролировать и регулировать такие параметры как: расход воды и реагентов, давление в трубопроводах речной и питьевой воды, а также уровни в сооружениях. В настоящее время, в случае отклонения технологических параметров от нормальных, срабатывается звуковая и световая сигнализация и на щите оператора, после чего обслуживающий персонал вручную управляя задвижками, влияет на стабилизацию технологического процесса.

Предлагается внедрить систему автоматического поддержания уровня в сооружениях [2]. Дозирование реагентов предлагается осуществить в автоматическом режиме в зависимости от расхода речной воды и от показаний вновь установленного датчика измерения цветности на линии выхода питьевой воды. Процесс промывки фильтров предлагается запустить автоматически в зависимости от мутности воды на выходе, для определения которой будет установлен соответствующий датчик. Установив в осветителях датчики уровня ила, мы сможем в автоматическом режиме запускать процесс сброса ила.

В целях повышения безопасности протекания технологического процесса внедряем систему ПАЗ. В которой будут выполняться следующие функции: 1) Отключение насосов дозирования в случае прекращения подачи речной воды; 2) Включение резервных насосов дозирования, в случае выхода из строя основных. 4) переключение на резервный насос в случае увеличения расхода потребления питьевой воды; 5) Открытие/закрытие соответствующих клапанов в случае достижения критического в сооружениях.

### **Заключение**

Модернизация системы управления процессом очистки воды позволит: повысить производительность труда; изменить характер труда обслуживающего персонала; повысить качество продукции за счет выдерживания технологических параметров процесса, а также удастся довести технологичность, безопасность, надежность и экономичность процесса очистки вода до приемлемых современных уровней.

### **Список литературы**

1. Карюхина Т.А. *Контроль качества воды: учеб.* / Т.А. Карюхина, И.Н. Чуранова. - М.: Стройиздат, 1986. - 186 с.
2. Зарипова Р.С. *Организация производства в условиях цифровой экономики* / Зарипова Р.С., Галямов Р.Р., Шарифуллина А.Ю. - Наука Красноярья, 2019. - Т. 8, № 1-2. - С. 20-23.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ПРИ ЛИЦЕНЗИРОВАНИИ ЕГО ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Б.Ю. Калмыков, Д.Г. Митрясов, Ю.Б. Гамидер, М.Б. Калмыков  
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственной технической академии»  
в г. Шахты Ростовской области,  
г. Шахты

***Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы оценки лицензионных требований к деятельности автотранспортных предприятий (АТП) в отношении технического обслуживания и ремонта подвижного состава (ТОиР ПС). Вовремя выездной проверки государственному инспектору РОСТРАНСНАДЗОРА в рамках исполнения своих должностных обязанностей необходимо осуществлять контроль и надзор над соблюдением лицензиатами лицензионных требований и условий. При этом ему необходимо установить соответствие существующей производственно-технической базы (ПТБ) АТП количественному составу автотранспортных средств (АТС), которое на этой базе обслуживается для проведения ТОиР ПС. Для этого государственному инспектору необходимо на основании ряда исходных данных, таких как списочное число подвижного состава по маркам (моделям), их среднесуточный пробег, время в наряде и др., рассчитать численность производственных рабочих, число рабочих постов, производственно-складскую площадь. После чего сравнить с полученными результаты расчетов с информацией, представленной администрацией АТП. По результатам делается вывод о соответствии (не соответствии) ПТБ АТП лицензионным требованиям и условиям.*

***Ключевые слова:** лицензирование деятельности автотранспортных предприятий, контроль и надзор лицензионных требований и условий, производственно-технического обслуживания и ремонта подвижного состава.*

Одним из лицензионных требований к деятельности АТП является наличие необходимой ПТБ для проведения ТОиР ПС [1]. Это требование должно проверяться вовремя выездной проверки государственным инспектором РОСТРАНСНАДЗОРА [2].

Однако методические указания как проводить эту процедуру на сегодняшний день отсутствуют. Поэтому в данной статье для определения необходимой производственной базы для технического обслуживания и ремонта подвижного состава предлагается воспользоваться методикой, изложенной в общесоюзных нормах технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта [3].

Предлагаемая методика включает в себя следующие этапы:

1 этап. Сбор информации о ПС АТП: списочное (инвентарное) число подвижного состава по маркам (моделям), шт; среднесуточный пробег, км; время в наряде (работы в сутки) подвижного состава, час; число дней работы подвижного состава в году на линии, дней; категория условий эксплуатации; число подвижного состава по моделям с пробегом менее установленной нормы пробега до первого КР (достижения ресурса) с начала эксплуатации (условно «новые»); число подвижного состава по моделям с пробегом более ресурса с

начала эксплуатации (условно «старые»); доля среднего фактического пробега группы подвижного состава с начала эксплуатации от средней нормы пробега до КР (достижения ресурса) данной группы подвижного состава:

- до достижения ресурса (условно «новые»),
- с пробегом равным или превышающим среднюю норму пробега до КР (ресурса) (условно «старые»).

2 этап. Расчет необходимой ПТБ АТП для ТОиР ПС:

- количества необходимых рабочих постов;
- количества необходимых производственных и вспомогательных рабочих;
- количества необходимых производственных площадей.

3 этап. Сравнение расчетных данных с фактическими показателями АТП.

4 этап. Принятие решения о соответствии (не соответствии) производственной базы АТП.

В качестве примера определим соответствие производственной базы для технического обслуживания и ремонта подвижного состава АТП (таблица 1) с фактическими технико-экономическими показателями ПТБ, представленными в таблице 2.

Таблица 1  
Характеристика ПС АТП

Подвижной состав (марка, модель)	A <sub>н</sub> , шт	l <sub>сс</sub> , км	T <sub>н</sub> , час	D <sub>р.г.</sub> , дней	КУЭ	Климатический район
ЗИЛ-130	42	100	12.0	305	III	умеренный
ПАЗ-3205	36	500	12.0	305	III	
МАЗ-5551	32	500	12.0	305	III	

По известным формулам [3-5] определим значения основных технико-экономических показателей для ПС, представленного в таблице 1. Результаты технологического расчёта АТП приведем в таблице 2.

Таблица 2  
Основные технико-экономические показатели ПБ АТП

№ п/п	Основные технико-экономические показатели	Фактические значения	Расчетные значения
1	Численность производственных рабочих, чел.	49	71
2	Число рабочих постов	16	24
3	Производственно-складская площадь, м <sup>2</sup>	3324	5054

Относительное значение отклонения от нормативных значений определим по формулам, %:

$$\Delta P = (P_{\text{факт}} - P_{\text{расч}}) \times 100\% / P_{\text{расч}}, \quad (1)$$

$$\Delta X = (X_{\text{факт}} - X_{\text{расч}}) \times 100\% / X_{\text{расч}}. \quad (2)$$

$$\Delta S = (S_{\text{факт}} - S_{\text{расч}}) \times 100\% / S_{\text{расч}} \quad (3)$$

где  $P_{\text{факт}}$ ,  $P_{\text{расч}}$  – соответственно фактическая и расчетная численность производственных рабочих, чел.;

$X_{\text{факт}}$ ,  $X_{\text{расч}}$  – соответственно фактическое и расчетное число рабочих постов;

$S_{\text{факт}}$ ,  $S_{\text{расч}}$  – соответственно фактическая и расчетная производственно-складская площадь, м<sup>2</sup>.

$\Delta P$ ,  $\Delta X$ ,  $\Delta S$  – относительное значение отклонения от нормативных значений соответственно по численности производственных рабочих, числу рабочих постов и производственно-складской площади, %. Не должно превышать менее 10 %.

Решения о соответствии (не соответствии) производственной базы АТП представлены в виде таблицы 3.

Таблица 3  
Решения о соответствии ПТБ АТП

№ п/п	Основные технико-экономические показатели	Относительное значение отклонения от нормативных значений	Решение
1	Численность производственных рабочих	-31%	Не соответствует
2	Число рабочих постов	-33%	Не соответствует
3	Производственно-складская площадь	-34%	Не соответствует

Таким образом, можно сравнить соответствие количества ПС с существующей на АТП ПТБ и сделать соответствующие выводы. Однако, учитывая высокую трудоемкость технологического расчета АТП, предлагается автоматизировать этот процесс, разработав необходимое программное обеспечение.

Предлагаемая методика позволит существенно повысить качество проведения надзора за соблюдением лицензионных требований к деятельности автотранспортных предприятий. Что должно повысить безопасность дорожного движения в целом [6-10].

### Список литературы

1. Должностной регламент государственного инспектора центрального отдела автотранспортного, автодорожного надзора и контроля международных автомобильных перевозок транспорта. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://ugadn16.tu.rostransnadzor.ru/wp-content/uploads/sites/78/2015.doc> (дата обращения 02.12.2019 г.).

2. Приказ Федеральной службы по надзору в сфере транспорта от 28 июня 2017 г. N ВБ-547фс «Об утверждении Положения о Южном межрегиональном управлении государственного автодорожного надзора Федеральной службы по надзору в сфере транспорта». [Электронный ресурс].

- Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71613456/#review>. (дата обращения 02.12.2019 г.).

3. Напольский Г.М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станции технического обслуживания автомобилей. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1993. – 272 с.

4. Напольский Г.М., Пугин А.В. Технико-экономическое обоснование развития производственно-технической базы автомобильного транспорта в регионе: Учеб. пособие. - М.: МАДИ, 1990. – 65 с.

5. ОНТП-01-91. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта. - М.: Гипроавтотранс, 1991. - 184с.

6. Калмыков Б.Ю., Рыжиков В.А., Овчинников Н.А. Аспекты безопасной эксплуатации автомобильного транспорта. Монография / Министерство образования и науки Российской Федерации, Донской государственный технический университет. Ростов-на-Дону, 2018.

7. Kalmykova O.M., Kalmykov B.Y., Semenov V.V. Mechatronic intelligent bus control system / В сборнике: Proceedings of 2017 IEEE East-West Design and Test Symposium, EWDTs 2017 2017. - С. 8110089.

8. Калмыкова О.М., Сорокина Д.В., Колесниченко К.Н. Проект организации светофорного регулирования на перекрестке ул. Ленина – пер. Комиссаровский г. Шахты с выделенной полностью пешеходной фазой / В сборнике: Наука и инновации в области сервиса автотранспортных средств и обеспечения безопасности дорожного движения. Сборник научных трудов. Научное электронное издание. ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты. - Шахты, 2016. - С. 31-41.

9. Калмыкова О.М., Федченко Л.А., Сапрунова Ю.С. Предложения по оптимизации работы светофорных объектов на перекрестках г. Донецка Ростовской области / В сборнике: Архитектурно-строительный и дорожно-транспортный комплексы: проблемы, перспективы, инновации. Сборник материалов III Междунар. науч.-практич. конф. - 2019. - С. 418-423.

10. Kalmykov B.Y. Effect of the bus bodywork on impact strength properties in roll-over / Kalmykov B.Y., Stradanchenko S.G., Sirotkin A.Y., Garmider A.S., Kalmykova Y.B. // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. - 2016. - Т. 11, № 17. - С. 10205-10208.

## **ФОРМИРОВАНИЕ КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ГЕРМЕТИЗИРУЕМЫХ МИКРОЭЛЕКТРОННЫХ ИЗДЕЛИЯХ**

Б.М. Симонов, А.Я. Кондаков, Ф.Д. Летунова, О.М. Бритков  
НИУ Московский институт электронной техники,  
г. Москва

**Аннотация.** Рассмотрена специфика формирования клеевых соединений в герметизированных микроэлектронных изделиях. Решение задачи снижения количества газообразных продуктов в герметичном объеме, достигается при выполнении клеевых соединений в виде полосок, змеек и т.п. и за счёт термообработки клеевые соединения до герметизации.

Использование клеевых материалов в герметичных изделиях микроэлектроники (МЭ), микросистемной техники (МСТ) предполагает минимальное газовыделение из них в процессе эксплуатации [1-3].

Для правильного построения технологии формирования клеевых соединений в герметизируемых микроэлектронных изделиях, снижения времени термообработки клеевых соединений и повышения стабильности параметров изделий путем уменьшения массы продуктов газовыделения из клеевого материала, воздействующих на активные и пассивные элементы, и увеличения ресурса безотказной работы исследована конструкция клеевого соединения, представляющая собой систему клеевых полос. Положительный эффект достигается за счет того, что в клеевом соединении, содержащем плату, клеевой слой выполняется на поверхности платы в виде группы полос, имеющих каждая ширину в пределах  $a_{\text{техн}} < a < 2L_{\text{диф}}$  и расположенных друг относительно друга на расстоянии  $d$  в пределах  $d_{\text{техн}} < d < (b-2a)$ , где  $a_{\text{техн}}$  и  $d_{\text{техн}}$  – минимальные размеры, соответственно, ширины клеевой полосы и расстояния между соседними полосами, которые можно получить с помощью современных технологических методов,  $b$  – габаритный размер плоскости, по которой производится склеивание детали,  $L_{\text{диф}}$  – длина диффузионного пути молекул продуктов газовыделения в клеевой материале. Выполнение клеевого слоя в виде группы полос с шириной и расстояниями между соседними полосами в указанных пределах приводит к тому, что максимальная длина диффузионного пути  $L_{\text{диф}}$  молекул растворителя, при его наличии, воды и продуктов деструкции определяется половиной ширины полоски  $a/2$ , поскольку диффузионный процесс идет в обе стороны от клеевой полоски.

Длина диффузионного пути  $L_{\text{диф}}$  для молекул летучих продуктов определяется температурой отверждения клея и продолжительностью режима термообработки, который выбирается в соответствии с действующими для данной марки клея ГОСТом, ОСТом или ТУ. Длину диффузионного пути можно представить:

$$L_{\text{диф}} = (D \cdot t_{\text{диф}})^{1/2},$$

где  $D$  – коэффициент диффузии, зависящей от температуры, материала клея;  $t_{\text{диф}}$  – время воздействия повышенной температуры на клей в процессе его термообработки при изготовлении клеевого соединения, или эксплуатации. Коэффициенты диффузии некоторых диффундирующих веществ в полимерах приведены, например, в [3]. В частности, диффузионная длина молекул воды в водном растворе клея на поливинилацетатной основе, если удаление из него молекул воды обеспечивается в течение двух часов в процессе термообработки клея (что может быть определено экспериментально с помощью гравиметрического метода),  $L_{\text{диф}} = (3000 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2/\text{час} / 2 \text{ час}) \cdot 1/2 = 0,08 \text{ см} = 0,8 \text{ мм}$ . Отсюда максимальная ширина клеевой полоски для этого клея составит  $a_{\text{max}} = 2 \cdot L_{\text{диф}} = 1,6 \text{ мм}$ . Уменьшение массы летучих веществ в герметичном блоке, можно достичь удалением продуктов газовыделения до герметизации блока в процессе термообработки клеевого соединения и за счёт использования



специально размещаемого во внутреннем объеме изделия перед его герметизацией газопоглотителя, например, цеолита [4].

Снижение количества газообразных продуктов в герметичном объеме возможно с помощью конструкторско-технологических приемов, в их числе формированием профильных конфигураций клея – в виде полосок, змеек и др. Стабильность параметров элементов изделий зависит от состава продуктов газы выделения материалов в объеме изделия [4].

Следует подвергнуть детали и узлы, содержащие клеевые соединения, до герметизации термообработке в течение времени  $t_{обр} = (1,0 \div 1,3)t_{ст}$ , где  $t_{ст}$  – время стабилизации процесса газы выделения клеевого материала (определяется экспериментально), необходимое для полной дегазации клеевого слоя;  $T_{отв}$  – температура отверждения клея по ТУ.

### Список литературы

1. Вавилов В.Д. Микросистемные датчики физических величин: Монография в двух частях / В.Д. Вавилов, С.П. Тимошенко, А.С. Тимошенко. – М.: ТЕХНОСФЕРА, 2018. – 550 с.

2. Тимошенко С.П. Надёжность технических систем и техногенный риск / С.П. Тимошенко, Б.М. Симонов, В.Н. Горошко. – М.: Юрайт, 2017. – 502 с.

3. Волков В.А. Генераторы летучих веществ в полых корпусах электронных вычислительных устройств. Оборонный комплекс – научно-техническому прогрессу России / В.А. Волков, Б.М. Симонов, А.А. Нальский. – 2001. - № 1. - 12-15 с.

4. Симонов Б.М. Исследование возможностей стабилизации температуры точки росы по влаге внутрикорпусной среды герметичных блоков МЭА / Б.М. Симонов, В.А. Волков, А.А. Нальский. - М.: МИЭТ, Известия ВУЗов. Электроника, 2000. - № 2. - 53-56 с.

## СТРУКТУРА ИНФОРМАЦИОННОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ В ПРОИЗВОДСТВЕ АВТОКОМПОНЕНТОВ ПО ТРЕБОВАНИЯМ IATF 16949

Е.Г. Валиева<sup>1</sup>, А.И. Фатхуллина<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ПАО «КАМАЗ», Кузнечный завод,  
г. Набережные Челны

<sup>2</sup> ПАО КАМАЗ, Технологический центр,  
г. Набережные Челны

**Аннотация.** проанализировано содержание информационного сопровождения в стандартном технологическом комплекте документов для результативного управления процессом производства по современным требованиям.

**Ключевые слова:** комплект технологической документации; статистическое управление качеством; система менеджмента; поставщик автокомпонента; подготовка производства; качество; конкурентоспособность; производственный процесс; управление проектом; риск-ориентированное мышление.

Сегодня, при внедрении и развитии систем менеджмента качества, содействующих улучшению процессов производства, в виде выверенных процедур управления и контроля, способствующих при грамотном применении улучшать качество выпускаемой продукции некоторые элементы подготовки производства все еще нуждаются в пристальном внимании.

На большинстве машиностроительных предприятиях основой управления производством является стандартизованный комплект технологической документации [1]. В него входят: чертеж автокомпонента (а/к), маршрутная технологическая карта, комплект операционных технологических карт, эскиз заготовки, технологические карты контроля, планировка технологической линии, сводная ведомость оснастки. Информация, содержащаяся в комплекте, используется не только для основного процесса производства продукции, но и для разработки и ведения организационно-управленческой документации, планирования ресурсов, планирования производства. Кроме того, при поставках военной продукции наличие комплекта требует Министерство обороны РФ. Поэтому стандартизованный комплект техдокументации в привычном виде все еще будет оставаться основой информации для управления производством и сегодня и в ближайшем будущем. При качественной подготовке комплекта, обеспечении рабочих мест всеми ресурсами и соблюдении технологической дисциплины возможно получить требуемое качество продукции.

В советское время действовала многоступенчатая система контроля соответствия документов, а также соблюдалась процедура утверждения комплекта с визированием всех заинтересованных лиц.

В 90-е годы большая часть заводов полного цикла распалась на достаточно мелкие сугубо производственные предприятия, неспособные содержать специализированные инженерные службы. На крупных заводах численность специалистов сокращена в разы, да и уровень их подготовки стал значительно ниже. Поэтому, сегодня в силу множества причин практически на всех предприятиях фактическое качество стандартизованных документов весьма низкое.

В середине 90-х годов XX века Российское правительство считало, что качество продукции можно улучшить, массово внедряя и сертифицируя систему менеджмента качества. Однако, достаточной результативности управления достичь не удастся.

Для выхода же на международный рынок поставщик автокомпонентов должен подтвердить, что управление проектом соответствует также требованиям ISO 9001:2015, IATF 16949:2016.

В силу экономических причин российским потребителям автокомпонентов от поставщиков важно только не получить дефектных автокомпонентов. Поэтому и потребители, и поставщики к выполнению требований стандарта по управлению процессами много лет относятся формально. Вследствие этого Российских поставщиков на мировом рынке не видно, так как существенных улучшений в качестве управления производством нет.

В представленной работе реализован пример анализа и улучшения

информации в проекте подготовки производства и выпуска поковок коленчатых валов массой свыше 80 кг для двигателей тяжелых грузовиков производственный процесс которого содержит около 100 операций. Проект осуществляется с 2016 года, но до настоящего времени недостаток информации является причиной того, что дефектность поковок остается достаточно высокой. Бывают также случаи срыва графика поставок.

Основным документом является маршрутно-операционная карта. В виду большого количества операций она чересчур громоздка. Отследить процесс производства и удостовериться в выполнении всех заложенных в него параметров (ссылки на стандартизованные документы, обозначение оборудования, оснастки, средств защиты) можно. Подробно перечислены действия рабочего. Но специалистам трудно выделить в общей схеме операционного потока проблемные операции. В большинстве карт операций не содержатся требования к качеству, а также не выделены основные характеристики переходов. Документация по выполнению наладок отсутствует. По сути, в нарушение СМК, управление передано наладчикам. К примеру, на фрагменте техпроцесса можно увидеть, что в п.8 отсутствуют ссылки на рисунок дефекта «поднутрение», в п.7 отсутствует температурный режим нагрева, в п.5 не указана периодичность контроля.

Реестр специальных характеристик согласован с заказчиком, но они не обозначены по операциям. Контроль готовой продукции на финишных операциях позволяет произвести только сортировку полученной продукции. Кроме того, отсутствует информация по содержанию многих операций хранения и транспортирования. Таким образом, качество информации не позволяет организации управлять производственными операциями. Вследствие чего можно сказать, что управление процессом отсутствует.

В техпроцессе внедрено статистическое управление качеством (SPC) показателя изогнутости коленчатого вала, который удобно измерять. Данная характеристика зависит в основном от свойств и температурного режима нагрева металла и параметров термической обработки, так что ее изменчивость не может быть слишком большой. Процесс ручных измерений поковки в центрах требует присутствия 2-х человек, так что трудоемкость очень велика. Подробная процедура взятия образцов на анализ не прописывается в документации. Однако, утвержденный план управления чрезмерно жесткий (предусмотрена высокая частота выборок большого объема). И при этом все без исключения контрольные карты демонстрируют стабильность процесса. А очень высокие значения показателей индексов воспроизводимости ( $C_p=2,665$  и  $[(C_p)]_k=2,508$ ) только подтверждают, что применение SPC для данной характеристики не является необходимостью (рисунок).

Для качественного управления процессом предлагается следующее.

Полный производственный цикл представить в форме *потока технологических маршрутов*. Это позволит оформить значительно более компактные *маршрутные карты*, в которых удобно прослеживать информацию для выявления потенциальных проблем в конкретном маршруте.

Б 04	Кривошипный клиновой пресс К	2,3998
	Манипулятор М1; Манипулятор <input type="checkbox"/> Головка манипулятора I <input type="checkbox"/>	
О 05	Штамповать заготовку за 3 перехода автоматически (см. карту эскизов): 1. Штамповать заготовку в гибочном ручье; 2. Переложить заготовку в предварительный ручей штампа с кантовкой на 90° (автоматически); 3. Штамповать в предварительном ручье; 4. Переложить заготовку в окончательный ручей (автоматически); 5. Штамповать в окончательном ручье, выдержав размеры поковки согласно карте эскизов; 6. Смазывать штамп через 3 хода ползуна пресса автоматически (при необходимости смазывать штамп вручную); 7. Перед штамповкой производить нагрев штампов. 8. Через каждые 300-400 штук поковок устранить на вставках предварительного ручья дефекты типа "поднутрение" и заточить радиусы закругления кромок ручья - отключить пресс К <input type="checkbox"/> 0 нажатием кнопки "Стоп общий", дождаться полной остановки работы всех механизмов, повесить на пульт управления пресса табличку "Не включать. Работают люди", установить блок безопасности <input type="checkbox"/> и произвести устранение дефектов и заточку кромок ручья шлифмашинкой.	

Фрагмент операции в технологической карте

Для прослеживания специальных характеристик поковки на основе карты технологического маршрута сформировать *карты потока операций*.

Для операций в которых формируется та или иная специальная характеристика (СХ) сформировать *операционные технологические карты*, с эскизами, на которых выделены СХ.

Создать *методики измерений СХ*, контрольные листы SPC, MSA [2].

В ходе разработки операций определить *перечень ключевых контрольных характеристик (ККХ)* [3, 4], оказывающих влияние на СХ. Вся их совокупность поделена на группы:

- собственные характеристики оборудования и оснастки;
- параметры наладки;
- режимы в процессе формообразования;
- характеристики окружающей среды (при необходимости).

Определить действия по предупреждению несоответствий специальной характеристики – составить *рабочие инструкции, карты наладки и планы управления на рабочем месте*. Сформировать *карту потока процесса*.

На основе карты потока процесса разработать *план управления установочной партией продукции*. Далее по результатам выпуска и обработки результатов установочной партии составляется *сводный план управления*.

Сводный план управления, для представления заказчику в подтверждение управляемости процессом выпуска а\к, составляется из планов управления на рабочих местах. Также исходя из плана управления разрабатываются *инструкции для операторов и наладчиков*.

Данные документы предлагается представить, как дополнения в виде приложений к операционной карте.

В отличие от стандартного комплекта дополнения создают подробную систему получения и отслеживания данных, а также своевременное проведение необходимых корректирующих мероприятий.

При внедрении цифровых технологий в производство наличие объективной и адекватной информации по процессу жизненного цикла а\к обеспечит успешное создание безошибочной цифровой модели подготовки производства.

## Список литературы

1. ГОСТ 3.1121-84 Единая система технологической документации (ЕСТД). Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на типовые и групповые технологические процессы (операции). – Введен 1986-01-01. – М.: Стандартинформ, 2012. – 46с.
2. ГОСТ Р 51814.4-2004 Системы менеджмента качества в автомобилестроении. Одобрение производства автомобильных компонентов.: М.: ИПК Издательство стандартов, 2004 год. - 32 с
3. Биктимирова Г.Ф. Информационно-технологическое сопровождение производства автокомпонентов мирового уровня качества / Г.Ф. Биктимирова // Сб. материалов Пятнадцатой Всероссийской научно-практической конференции «Управление качеством», 10-11 марта 2016 г. / ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)». - М.: МАИ, 2016. – С. 111-114.
4. Касьянов С.В. Технологический переход как ключевой процесс управления качеством продукции в соответствии с ИСО/ТС 16949:2009 // Автомобильная промышленность / С.В. Касьянов, Г.Ф. Биктимирова. - 2014. - №3. - С. 27-29.

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ УЛЬТРАМЕЛКОЗЕРНИСТОЙ СТРУКТУРЫ СТАЛИ МАРКИ ШХ-15 НА ЕЕ ПРОЧНОСТНЫЕ И ПЛАСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА С ЦЕЛЬЮ ПРИМЕНЕНИЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТРУБ И ДЕТАЛЕЙ ТРУБОПРОВОДОВ

Л.И. Мугафина, Г.С. Шарнина

ФГБОУ ВО Уфимский государственный нефтяной технический университет,  
г. Уфа

*Аннотация.* Рассмотрено влияние формирования ультрамелкозернистой структуры на прочностные и пластические свойства стали марки ШХ-15 при интенсивной пластической деформации кручением с целью применения данной стали для изготовления труб и деталей магистральных трубопроводов.

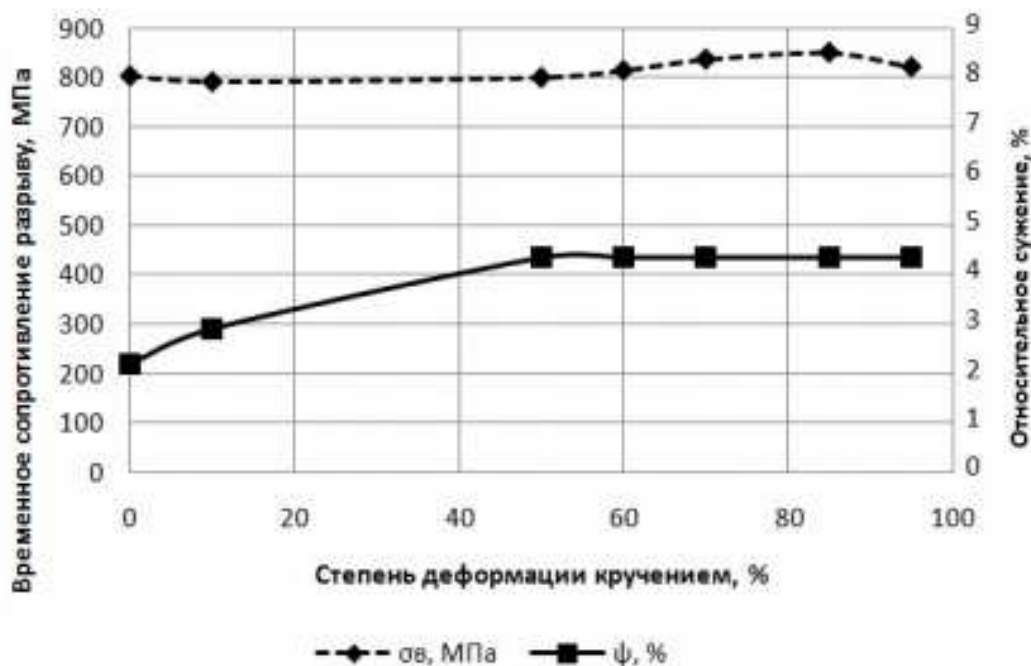
Влияние на конструкционную прочность стали оказывают легирующие элементы. Повышение конструкционной прочности стали при легировании связано с обеспечением высокой прокаливаемости, измельчением зерна.

Сталь ШХ-15 – заэвтектоидная сталь с содержанием углерода 1 % и хрома 1,5 %, обладающая высоким сопротивлением контактной усталости и высокой износостойкостью, что обеспечивается умеренным легированием ее хромом.

В данном исследовании для изучения влияния термообработки на структуру и микротвердость стали использовались цилиндрические образцы стали ШХ-15 диаметром 10 мм. Термическая обработка проводилась в электропечах сопротивления камерного типа Nabertherm по следующим схемам: стандартная термическая обработка – закалка + отпуск. Температура нагрева под закалку 840-920 °С. В настоящее время применяется как закалка в одном

охладителе (масле), так и ступенчатая, или изотермическая закалка, с выдержкой в области образования нижнего бейнита при температуре 210-240 °С. Твёрдость поверхности образца должна быть в пределах 61-66 HRC. Окончательной операцией термической обработки является низкий отпуск при температуре 150-170 °С с выдержкой в течение 2-5 часов. Цель отпуска – уменьшение закалочных напряжений в образце. Перед отпуском для уменьшения количества остаточного аустенита прецизионные образцы подвергают обработке холодом с охлаждением до (-10)-(-20)°С для повышения стабильности их размеров. Однако в последние годы все большее распространение получает новый способ достижения субмикроструктурного состояния материалов с целью повышения их прочностных характеристик – интенсивная пластическая деформация кручением (ИПДК). Микроструктура в исходном состоянии стали ШХ-15 представляет собой зернистый перлит со средним размером зерна 14 мкм. Распределение карбидных частиц по размеру носит бимодальный характер. Для того, чтобы избавиться от карбидной неоднородности и при дальнейшей обработке получить высокодисперсную структуру, проведена аустенизация с целью изменения структуры материала, затем «догрев» до температуры полного растворения карбидной фазы. Таким образом, получен мартенсит с объемной долей карбидной фазы менее 0,5 %, в то время как после стандартной закалки (860 °С, закалка в масло + отпуск при 160 °С) был получен мартенсит с объемной долей карбидов 2 %.

После термической обработки были вырезаны цилиндрические образцы диаметром 10 мм и высотой 15 мм. Каждый из образцов был продеформирован на гидравлическом прессе ДБЗ6 методом ИПДК с переменной осью нагружения при температурах, близких к температурам полиморфного превращения.



Влияние степени деформации кручением на прочностные и пластические свойства образцов из стали марки ШХ-15

Формирование ультрамелкозернистой структуры (УМЗ) и нанокристаллической структуры методами ИПДК оказывает значительное влияние на деформационное поведение и механические свойства металлов и сплавов, что позволяет считать ИПДК перспективным методом управления структурой и свойствами. На рисунке представлены результаты исследования влияния деформации кручения на механические свойства образцов с УМЗ-структурой, полученной в результате реализации метода непрерывного деформационного наноструктурирования «кручение – волочение».

В результате исследований установлено, что одновременное воздействие на образец из стали ШХ-15 деформаций растяжения, изгиба и кручения приводит к формированию в стали УМЗ структуры. При этом наблюдается периодическое изменение как прочностных, так и пластических свойств в зависимости от степени деформации кручением. Равномерное распределение микротвердости по сечению образца позволяет судить об однородности получаемой структуры и свойств по сечению. Полученные результаты позволяют определить такие режимы деформации, которые позволяют получить наибольший прирост прочности и пластичности материала.

## АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧНОГО БУДУЩЕГО

Е.А. Лазарева, О.А. Гладышева, И.Н. Садчикова, А.Н. Кизиева, А.С. Горочкун  
Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)  
имени М.И. Платова,  
г. Новочеркасск

*Аннотация.* Сегодняшние прогрессивные архитекторы, дизайнеры, конструкторы, проектировщики доказывают, что современный дизайн может внести свой вклад в светлое экологичное будущее – не жертвуя при этом ни стилем, ни комфортом, ни эргономикой. Осознанное потребление – главный тренд последнего времени. Люди по всему миру размышляют о влиянии наших действий и выбора на благополучие будущих поколений и планеты, а дизайнеры и архитекторы стремятся уменьшить вред для природы, при этом не отказывая нам в эргономике и ярких новых вещах, впечатляющей архитектуре и стильных интерьерах. Создание новых технологий производства и переработки, наиболее острая проблема современного общества.

В связи с неосознанным потреблением людьми товаров и услуг существует объективная проблема загрязнения окружающей среды отходами этого потребления.

В странах с развитой промышленностью пластмасс отходы полимерных материалов, медленно разлагающиеся в естественных условиях, составляют серьезную угрозу как источник загрязнения окружающей среды. В настоящее время ~30 % полимерных отходов сжигается, 30 % перерабатывается вторично, 30 % не утилизируется. Отходы полимерных материалов можно сжечь, но тогда надо улавливать выделяющиеся газы с целью их использования или обезвреживания. Полимерный мусор после очистки может быть подвергнут повторной переработке. Такая переработка требует

определенной подготовки. Определенная доля полимерных отходов – это так называемая полимерная тара, т. е. изделия разового потребления. По различным источникам, от 10 до 15 % всех производимых полимеров используется для изготовления тары. Японскими специалистами было осуществлено прогнозирование роста количества отходов пластмасс с учетом и без учета мероприятий, направленных на снижение отходов (Рис. 1).

Если судить по этой зависимости, то наиболее эффективным способом снижения полимерных отходов является разработка биоразлагаемых полимеров, т.е. полимеров, которые сохраняют эксплуатационные характеристики только в течение периода потребления, а затем претерпевают физико-химические и биологические превращения под действием факторов окружающей среды (света, температуры, влаги, воды) и легко включаются в процессы метаболизма природных биосистем (бактерий, дрожжей, грибов, водорослей). При этом высокомолекулярные вещества разлагаются на низкомолекулярные (вода и углекислый газ), гуминовые вещества и биомассу. Таким образом, совершается естественный круговорот веществ, способный поддерживать экологическое равновесие в природе.

На данный момент существует ряд современных перспективных технологий, но наиболее перспективной является аддитивная технология на основе биоразлагаемых материалов.

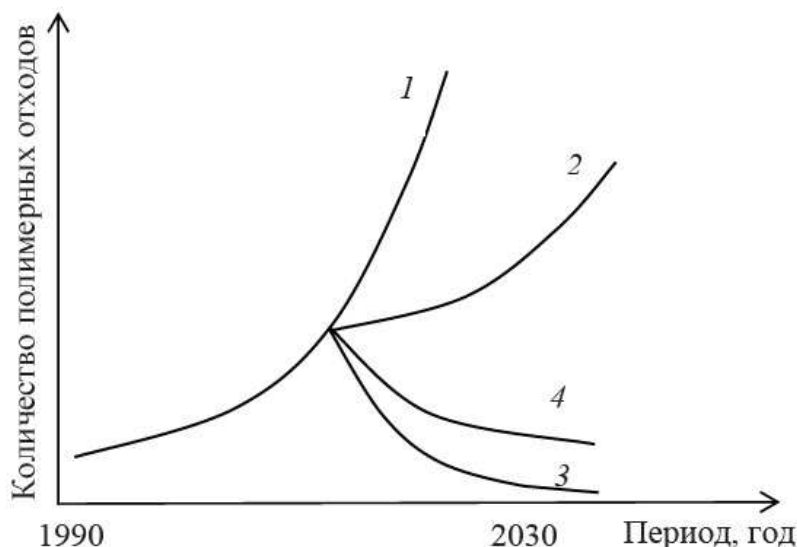


Рис. 1. Прогнозирование роста количества отходов пластмасс:

- 1 – отсутствие контроля в росте отходов; 2 – использование государственных и законодательных мер, контролирующих эти отходы; 3 – использование полимерных материалов, срок жизни которых составляет 2 месяца; 4 – использование полимерных материалов, срок жизни которых составляет 2 месяца при условии, что количество отходов удвоится

Данная технология получила широкое применение различных отраслях промышленности: пищевая промышленность, авиационная промышленность, автомобилестроение, легкая промышленность, предметный дизайн, интерьер, экстерьер, архитектура, строительство и многое другое, эта



технологии используют для создания разных объектов. Аддитивные технологии (AF – Additive Fabrication), или технологии послойного синтеза, одно из наиболее динамично развивающихся направлений производства. AF Additive Fabrication (или AM – Additive Manufacturing), означающая изготовление изделия путем «добавления» (additive) материала, в отличие от традиционных технологий механообработки, в основе которых лежит принцип «вычитания» («лишнего») материала из заготовки. Суть AF-технологий состоит в послойном построении (синтезе) изделий – моделей, форм, мастер – моделей и так далее путем фиксации слоев модельного материала и их последовательного соединения между собой различными способами: спеканием, сплавлением, склеиванием, полимеризацией в зависимости от нюансов конкретной технологии. Иначе говоря, аддитивные технологии предполагают формирование детали путем последовательного «наращивания» материала слой за слоем. Прототипа или модели тем или иным способом. Тогда как AF-технологии – это не только и не столько 3D-принтер, но важная часть 3D-среды, в которой происходит рождение нового продукта – от замысла конструктора до материализации его идей в серийном производстве. Наиболее активно развивается сейчас SLS-технология-метод послойного селективного лазерного плавления металлических порошков, который дает возможность безотходного изготовления деталей или заготовок непосредственно по данным из 3D CAD-систем практически любой сложности из широкого спектра металлов. Самыми распространенными представителями AM-технологий являются FDM-принтеры – устройства, создающие трехмерные объекты путем послойного наплавления филамента (технология «струйной печати»).

PLA пластик для 3D-принтера или Полилактид (ПЛА) – биоразлагаемый, биосовместимый, термопластичный, алифатический полиэфир, мономером которого является молочная кислота. Сырьем для производства служат ежегодно возобновляемые ресурсы, такие как кукуруза и сахарный тростник. Используется для производства изделий с коротким сроком службы (пищевая упаковка, одноразовая посуда, пакеты, различная тара), а также в медицине, для производства хирургических нитей и штифтов Полилактид применяется для производства экологически чистой биоразлагаемой упаковки, одноразовой посуды, средств личной гигиены. Биоразлагаемые пакеты из полилактида используются в таких крупных торговых сетях как Wal-Mart. Ввиду своей биосовместимости полилактид широко применяется в медицине, для производства хирургических нитей и штифтов, а также в системах доставки лекарств. Полилактид отвечает концепции устойчивого развития, так как для его синтеза используются ежегодно возобновляемые природные ресурсы. Упаковочные изделия из полилактида – экологически чистая альтернатива традиционной бионеразлагаемой упаковке на основе нефти.

Потенциал развития AM технологий очень высок, в том числе за счет областей применения данной технологии. Например, активное застраивание поселков за городом так называемое «зеленое строительство». Примером может служить «Экодом в Канзасе». Студенты архитектурного факультета

Университета Канзаса построили экологичный дом в рабочем квартале города Лоренс, штат Канзас, вдохновившись сборными домами, которые строила корпорация «Ластрон» для ветеранов, вернувшихся со Второй мировой войны.



Рис.2. Пример дома «Экокапсула»

Строительство – глобальный фактор загрязнения окружающей среды. Выход, кажется, найден: использование более эффективных методов возведения зданий, альтернативных источников энергии и уменьшение отходов за счет выбора переработанных материалов.

Недавно в Остине, штат Техас, был построен первый в Америке дом по технологии 3D-печати – всего за 24 часа и 4000 долларов; эксперименты с этой технологией, по мнению многих архитекторов – стартаперов, способны изменить мир.

С ростом запроса на более «простую» и экологичную жизнь общество обращается к принципу «меньше – значит больше»: маленькие домики, микроквартиры и намеренно миниатюрные номера отелей уже не считаются архитектурной шуткой или навязчивой экономией. Яркий, потрясающий пример возможностей небольшого жилого пространства – футуристическая экокапсула в форме яйца, работающая на солнечных батареях, со встроенной ветряной турбиной и системой фильтрации дождевой воды, разработанная компанией Nice Architects из Братиславы. Оммаж лесной хижине Генри Торо, такой автономный дом – мечта эскаписта XXI века. Это последнее слово в футуристическом жилье без электропроводов. Его можно перенести куда только пожелаете.

Процесс заключается во внедрении в ветхие дома живых организмов, которые растут и связывают разрушенные материалы, образуя композит, его потом можно спрессовать в кирпичи и использовать в новом строительстве. Мебельщики из Франции Maximum Design, которые создают качественную и доступную мебель из переработанных промышленных отходов, предложили интересный план использования обломков, образующихся при грядущей реновации небоскреба Tour Montparnasse 1970-х годов.

Площадка превратится в «эфемерную фабрику», где из строительных отходов будут делать стулья, столы и табуреты, а потом продавать на первом

этаже. Этот пробный проект намечен на 2024 год и, как надеется компания, послужит примером для будущих подобных работ. Ведь декор из переработанных объектов – это еще и выгодно!

Таким образом, новые технологии призваны помочь человечеству в решении проблем как уже существующих, так и тех которые будут появляться в будущем. Аддитивные технологии – это огромный шаг в развитии производства, они уже изменяют подход специалистов к решению современных инженерных и дизайнерских задач.

### Список литературы

1. Крутько Э.Т. *Технология биоразлагаемых материалов* / Э.Т. Крутько, Н.Р. Прокопчук, А.И. Глоба // БГТУ. - Минск, 2014.
2. Антонова В.С. *Аддитивные технологии* / В.С. Антонова, И.И. Осовская // Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна. - Санкт-Петербург, 2017г.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА ИЗГОТОВЛЕНИЯ СФЕРИЧЕСКОЙ КРЫШИ РЕЗЕРВУАРА ВЕРТИКАЛЬНОГО СТАЛЬНОГО РВС-10000 м<sup>3</sup> С ПРИМЕНЕНИЕМ СВАРНОЙ БАЛКИ

Н.А. Мавлиханов<sup>1</sup>, Г.С. Шарнина<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ОСП «Уфимский завод металлических конструкций  
«Востокнефтезаводмонтаж»,  
г. Уфа,

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО Уфимский государственный нефтяной технический университет,  
г. Уфа

*Аннотация.* Предложено совершенствование метода изготовления сферической крыши резервуара вертикального стального РВС-10000 м<sup>3</sup> с применением сварной балки. Разработана методика изготовления сварной балки. Произведен расчет горячекатаной и сварной балок на прочность, проанализирована стоимость работ по изготовлению горячекатаной балки и сварной балки. Сделаны выводы о целесообразности применения сварной балки для изготовления сферической крыши резервуара РВС-10000 м<sup>3</sup> ввиду экономической эффективности и улучшения прочностных характеристик.

Предлагается усовершенствовать метод изготовления сферической крыши резервуара вертикального стального РВС-10000 м<sup>3</sup> с применением сварной балки. Материал – сталь 09Г2С. Геометрические размеры балки 25Б1: толщина стенки 5мм, толщина полки 8мм, высота стенки 232 мм, ширина полки составляет 124 мм. Для сварной балки подобран наиболее подходящий способ сварки – полуавтоматическая сварка плавящимся электродом в среде защитных газов. Данный выбор обоснован тем, что сварка будет производиться в цеху, где не требуется хорошая мобильность. При этом скорость сварки значительно выше, чем при других способах сварки. Для автоматизации процесса целесообразно применять данный вид сварки в сочетании с кареткой, что обеспечит высокую производительность и сведет к минимуму образование

дефектов в процессе сварки, так как исключается человеческий фактор. Сварочная каретка представляет собой самоходный механизм, несущий сварочную горелку для сварки плавящимся электродом в среде защитных газов и способный перемещаться со сварочной скоростью по траектории сварного стыка. Подобраны сварочная каретка SW-F11 и режимы полуавтоматической сварки. Диаметр проволоки принят  $d=1,2$  мм, сила сварочного тока  $I=220$  А, напряжение  $V=23$  В, скорость каретки следует принимать 35 м/ч, вылет электрода  $b=10$  мм, расход газа  $C=8$  л/мин. Для достижения полного провара подходящим сварным соединением для сварки сварной балки является соединение ТЗ (тавровое соединение №3).

После расчета нагрузок проектного варианта горячекатаной балки резервуара вертикального стального РВС-10000 м<sup>3</sup> выяснено, что данная конструкция имеет ряд недостатков по прочностным характеристикам в связи с геометрическими размерными особенностями и большой массой изделия. При замене горячекатаной балки на сварную конструкция существенно облегчилась за счет изменения сечения стенки балки по направлению к центру крыши.

Произведен расчет горячекатаной и сварной балок на прочность с применением программы Компас-3D САПР. Для упрощения модели вместо всей крыши целиком рассматриваются две главные вальцованные балки, закрепленные по торцам, упирающиеся друг в друга с жесткой заделкой. Распределенную силу приняли равной  $Q = 23500$  Н, исходя из общей массы крыши. Данная модель представлена на рисунке в системе прочностного анализа АРМ FEM для КОМПАС-3D.



Модель двух горячекатаных балок с закреплениями и распределенной силой

Расчет горячекатаной и сварной балок на прочность с применением программы Компас-3D САПР показал, что при прикладывании той же нагрузки, что и на горячекатаную балку, у сварной балки максимальное значение эквивалентного напряжения по Мизесу уменьшилось на 9,50 МПа, максимальное суммарное линейное перемещение составляет 5,147 мм, что значительно меньше суммарного линейного перемещения горячекатаной балки. Перемещение сократилось на 42,644 мм. Минимальное значение коэффициента запаса по текучести для сварной балки увеличилось по сравнению с горячекатаной на 0,447 и составляет 4,285. Минимальное значение коэффициента запаса по прочности для сварной балки увеличилось по сравнению с горячекатаной балкой на 0,781 и составляет 7,476.

При этом затрачивается меньшее количество металла за счет уменьшения ширины стенки балки. Масса сварной балки составляет 313,5 кг, что на 73,33 кг меньше горячекатаной.

Изготовление горячекатаной балки, на примере Уфимского завода металлических конструкций ОСП «УЗМК ВНЗМ», обходится 79 825 рублей на тонну. При изготовлении сварной балки цена составляет 71 090 рублей за тонну. Это связано с меньшей стоимостью листового проката, по сравнению с двутавровой продукцией. При средней массе крыши РВС 10000 м<sup>3</sup> более 60 тонн данное снижение стоимости является существенным.

### Список литературы

1. ГОСТ 31385-2016. Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200138636> (дата обращения: 20.11.2019).

2. ГОСТ 57837-2017 Двутавры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок. Технические условия [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200157342> (дата обращения: 26.11.2019).

## РАЗРАБОТКА 3D-МОДЕЛИ МАГНИТНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ СБОРА МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУЖКИ, ОБРАЗУЮЩЕЙСЯ В ПОЛОСТИ ТРУБОПРОВОДА ПРИ ВРЕЗКЕ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Н.М. Чуриков, Г.С. Шарнина

ФГБОУ ВО Уфимский государственный нефтяной технический университет,  
г. Уфа

*Аннотация.* Разработана не имеющая аналогов 3D-модель магнитного устройства для сбора металлической стружки, образующейся в полости трубопровода при врезке под давлением.

Во время операций по врезке под давлением образуется металлическая стружка, которая падает на дно трубопровода. Ее наличие является причиной множества проблем, таких как:

– плохое качество перекрытия трубопровода под давлением и, как следствие, утечки, что затрудняет или делает невозможным работы по подключению новых участков трубопровода или замене старых;

– стружка в процессе эксплуатации трубопровода может быть отнесена потоком продукта в линейные краны, фильтры, что может нарушить их работу.

В связи с этим, возникает необходимость сбора и удаления стружки из трубопровода. Для этих целей разработано магнитное устройство, которое можно закрепить на штоке перекрывающего устройства или машины для врезки. При разработке устройства для сбора металлической стружки, образующейся в полости трубопровода при врезке под давлением, необходимо стремиться к осуществлению основных функций этого приспособления:

– 100 % удаление стружки из области, ограниченной вертикальной проекцией вырезанного отверстия на дно трубы. Именно в этой области скапливается основное количество стружки. Для решения этой задачи

необходимо расположить мощные магниты в той части устройства, которая прилегает к этой области;

– 100 % удаление стружки из области контакта уплотнительной манжеты перекрывающей головки с внутренней стенкой трубопровода.

Достижение этого результата необходимо для обеспечения максимально возможного качества герметизации отсекаемого участка трубопровода. Особенностью этой задачи является то, что эта область лежит за пределами вертикальной проекции вырезанного отверстия на дно трубы, а, значит, ее невозможно решить при помощи использования жестко закрепленного на конце штока перекрывающего устройства/машины для врезки постоянного магнита. Исходя из этого, необходимо снабдить устройство приспособлениями, позволяющими намагниченным поверхностям достичь этих областей.

Принципиальная схема такого устройства показана на рисунке 1.

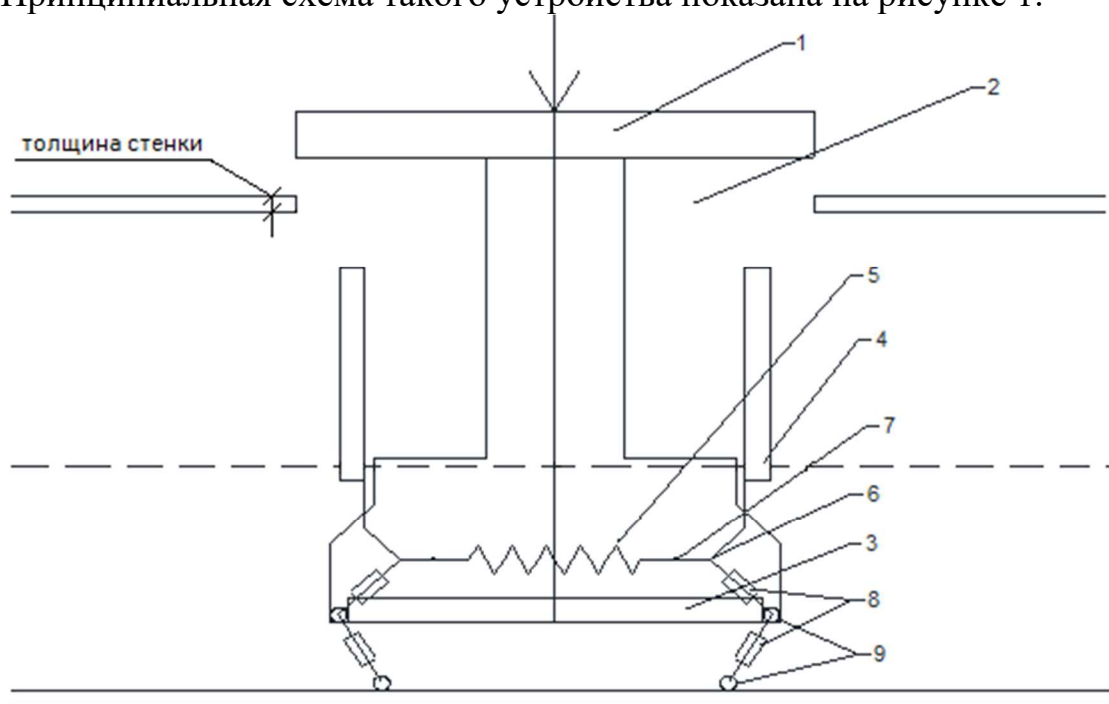


Рис. 1. Принципиальная схема устройства для сбора стружки в сложенном положении.

1 – крепления к штоку машины для перекрытия; 2 – отверстие, прорезанное фрезой; 3 – блок магнитов на корпусе устройства; 4 – «лапы»; 5 – пружина растяжения; 6 – точка закрепления лап на корпусе устройства; 7 – точка крепления пружины к «лапам»; 8 – блок магнитов на «лапах»; 9 – ролики

Устройство предварительно устанавливается на шток машины для врезки и фиксируется болтами в точке закрепления 1 и находится в корпусе адаптера машины для врезки. Далее машина для врезки устанавливается на задвижку, используемую для врезки, тем самым устройство оказывается в герметичной камере и после выравнивания давления между этой камерой и трубопроводом под давлением опускается на дно трубы через ранее вырезанное отверстие 2. Для универсальности устройства, крепление к штоку необходимо сделать подходящим как к штоку машины для врезки, так и к штоку машины для

перекрытия трубопровода (рис. 2). С этой целью оно выполняется в виде фланца с отверстиями под болты крепления к штоку машины для врезки и с посадочным местом для штока машины для перекрытия. Для предотвращения складывания лап в обратную сторону на корпусе необходимо предусмотреть стопорные пластины.

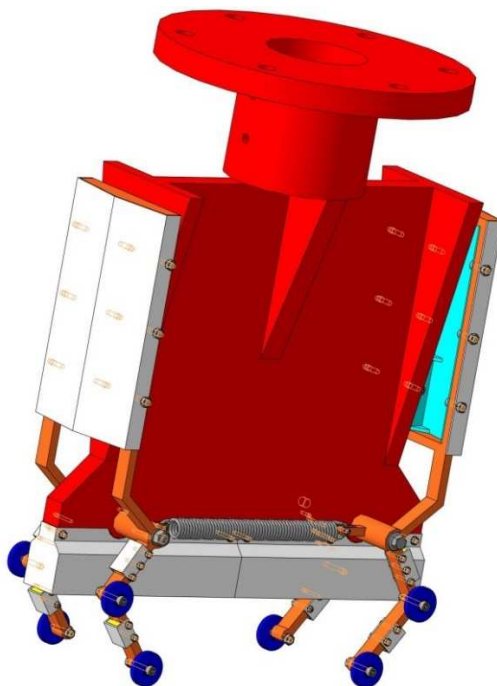


Рис. 2. Устройство для сбора стружки в сложенном положении

Для удаления стружки из области, находящейся в зоне контакта манжеты перекрывающей головки предусмотрены поворотные детали, закрепленные по бокам 6 нижней части устройства, так называемые «лапы». В рабочей части лап устанавливаются магниты, целью которых является сбор стружки из вышеозначенной области. В свободном положении лапы находятся в сложенном состоянии, что обеспечивается при помощи пары пружин 5, закрепленных на лапах в точке 7.

По мере достижения устройством дна трубопровода происходит касание нижней стенки трубы роликами 9, расположенными в нижней части лап. Они устанавливаются на балке, имеющей уклон, тем самым обеспечивается перемещение роликов к центру устройства и приведение лап в горизонтальное положение, магниты, установленные в верхней части лап, прижимаются к дну трубопровода и притягивают стружку из области перекрытия. В нижней части лап также установлены магниты 8, которые в процессе раскрытия перемещаются в непосредственной близости к стружке из центральной области, захватывая ее.

В самой нижней части устройства, «подошве», прижимающейся к дну трубы в полностью развернутом состоянии (рисунок 3) также установлены магниты 3. Именно на них возложена обязанность сбора большей части стружки. Рекомендуется использовать Самарий-Кобальтовые магниты марки S30A, так как они имеют максимальную притягивающую способность, а также устойчивые к изменениям температуры свойства.

После того, как стружка притягивается к всем магнитам, предусмотренным в данном устройстве, его необходимо удалить из полости трубопровода. Это осуществляется путем втягивая штока машины для врезки обратно, в корпус адаптера. В разложенном положении пружина 5 растягивается и находится в напряжении, что при втягивании штока позволяет сложить лапы в исходное положение, не препятствующее выходу устройства из полости трубопровода. Пружину растяжения необходимо подобрать из условия, что усилие на отрыв должно быть больше, чем вес обеих лап.

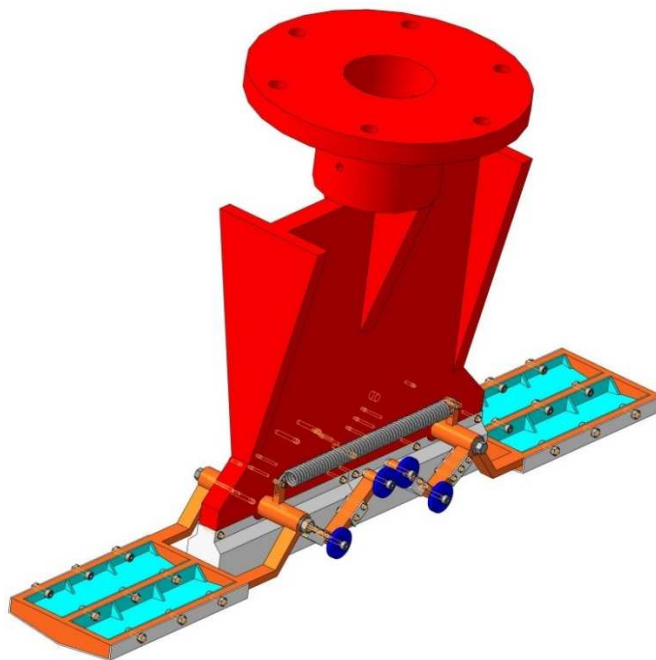


Рис. 3. Устройство для сбора стружки в разложенном положении

После того, как устройство полностью втянуто в корпус адаптера машины для врезок, задвижка закрывается, из камеры сбрасывается давление и удаляется продукт, производится демонтаж машины для врезки.

При помощи медного шпателя с устройства собирается стружка, взвешивается и сравнивается с расчетным значением. Таким образом можно получить эмпирические данные о количестве стружки, образующейся в областях, на которые распространяется действие устройства во время операций по врезке под давлением.

### Список литературы

1. *СТО Газпром 2-2.3-116-2016. Инструкция по технологии производства работ на газопроводах врезкой под давлением [Электронный ресурс]. – URL: [https://znaytovar.ru/gost/2/STO\\_Gazprom\\_2231162007\\_Instruk.html](https://znaytovar.ru/gost/2/STO_Gazprom_2231162007_Instruk.html) (дата обращения: 20.11.2019). – С. 156–175.*
2. *Williamson, T.D. Fittings Welding on Live Pipelines (Guidelines) // Belgium, 2015. – С. 112–145.*



# ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА МИКРОМЕХАНИЧЕСКОГО АКСЕЛЕРОМЕТРА

О.М. Бритков, И.М. Никитков, Б.М. Симонов  
Национальный исследовательский университет «МИЭТ»,  
г. Москва

*Аннотация.* Рассмотрена конструкция и технология формирования структуры чувствительного элемента (ЧЭ) микромеханического акселерометра (ММА) емкостного типа. Представленная последовательность операций обеспечивает воспроизводимое получение заданных технических характеристик прибора.

Многие МЭМС акселерометры используют емкостную схему определения ускорения [1-2]. Центральная часть акселерометра - подвешенная инерционная масса, которая выступает в качестве маятника ЧЭ. Когда акселерометр подвергается ускорения, ЧЭ вместе с подвешенными обкладками смещается относительно подложки с емкостными электродами, ёмкости меняются. Асимметричность чувствительного элемента обеспечивается за счет различия массы по разным сторонам подвеса, оно достигается выполнением прорезей с одной стороны подвижного элемента (маятника). На рис.1 представлена фотография основных конструктивов ЧЭ ММА.

Маятник ЧЭ ММА выполнен из монокристаллического кремния толщиной 300 мкм, он имеет подвижную часть, подвешенную на торсионах, соединённых с рамкой. Торсионы в сечении имеют вид креста. В подвижной части маятника одна половина подвижной рамки имеет меньшую массу, чем другая за счёт сделанных в ней канавок (вырезов). Принцип действия маятника основан на перемещении под действием ускорения несимметричной по массе подвижной рамки, благодаря которому осуществляется регистрация величины приложенного ускорения, направленного перпендикулярно плоскости маятника. На обеих сторонах основания маятника размещены 6 опорных выступов, которые определяют зазор в датчиках ММА. Статорная пластина представляет собой стеклянную пластину толщиной 1,4 мм с металлизацией, состоящей из 4-х электродов (обкладок конденсаторов), внешних контактных площадок и токопроводящих шин. На рис.2 представлен эскиз конструкции чипа ЧЭ микромеханического акселерометра (ММА) после его сборки. ЧЭ (1) присоединён к статорной пластине (2) методом диффузионной сварки Si-Al.

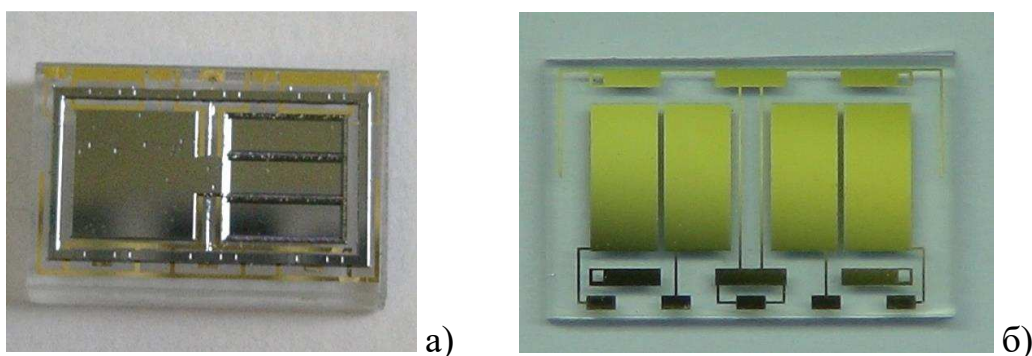


Рис.1. Конструктивы ЧЭ: маятник (а) и статорная пластина (б)

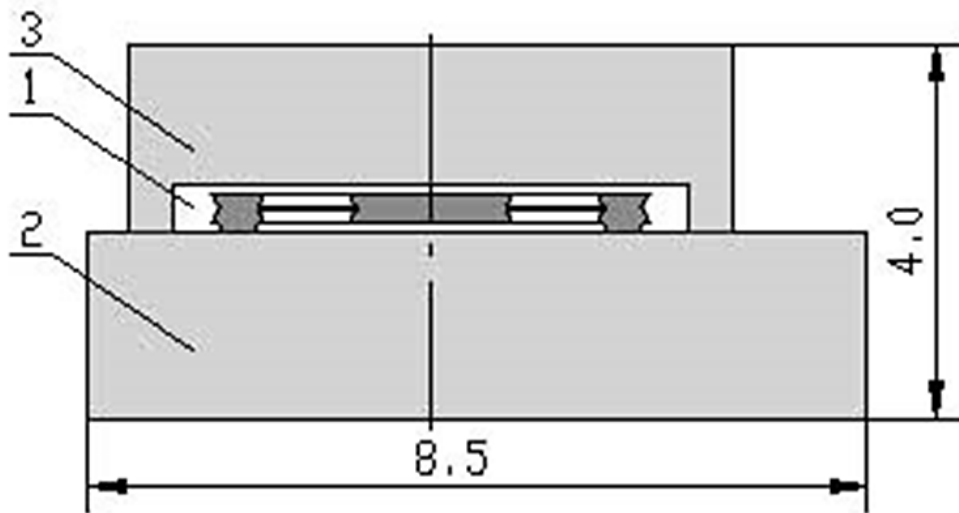


Рис.2. Структура чипа ЧЭ: 1 - маятник, 2 - статорная пластина, 3 – крышка

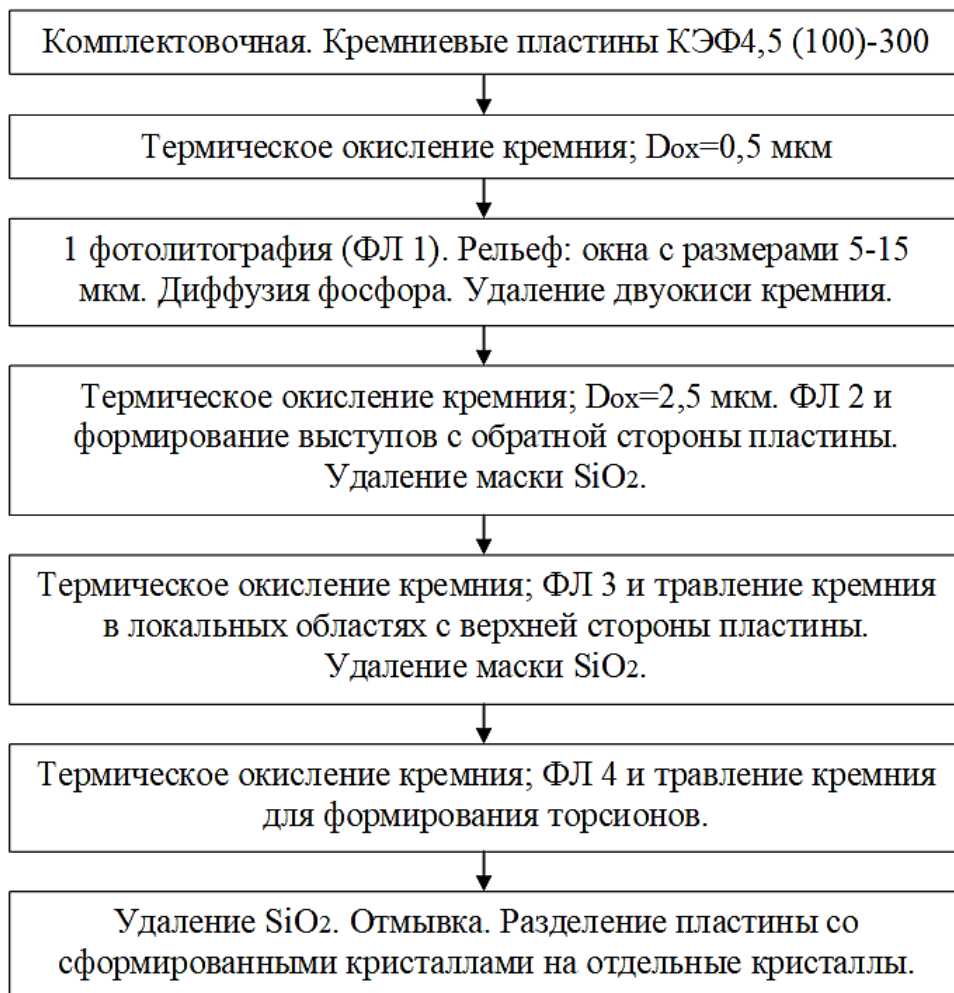


Рис.3. Технологическая схема операций изготовления образцов маятника ЧЭ

После изготовления маятника (рис.3, 4) сборка образцов ЧЭ ММА проводилась в два этапа:

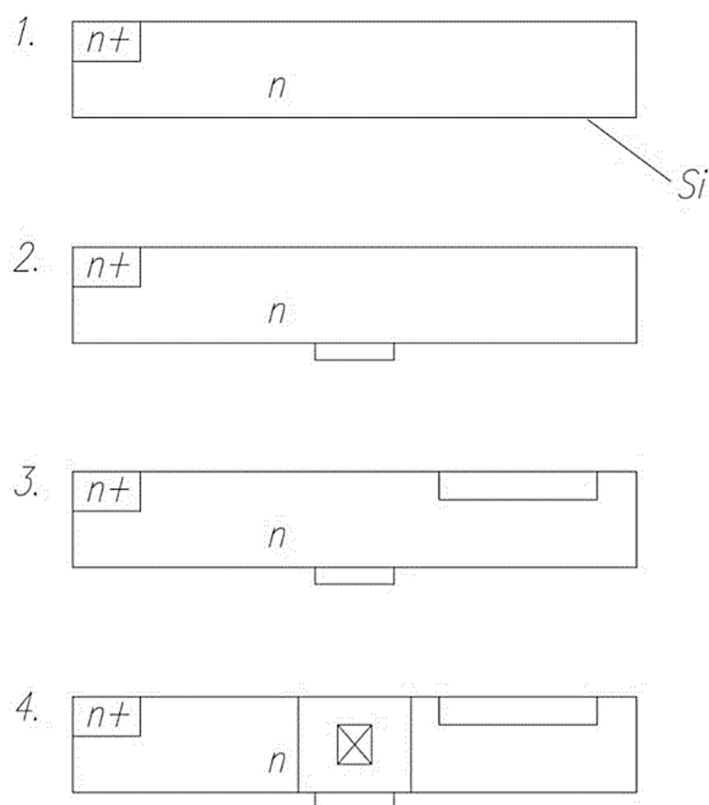


Рис.4. Основные этапы формирования структуры маятника ЧЭ:

1 - формирование  $n^+$  областей, 2 - после ФЛ 2 под формирование выступов с обратной стороны пластины; 3 - после удаления кремния в локальных областях с верхней стороны пластины; 4 - после формирования торсионов

На первом этапе производилась сборка чипа ММА, состоящего из соединенных между собой полупроводникового конструктива - маятника (рис.1а) и статорной пластины (рис.1б).

На втором этапе осуществлялась посадка чипа в корпус, герметизация и маркировка корпуса. После этого производился контроль емкостей ЧЭ ММА, используемых в схеме измерения ускорения.

Основные технические характеристики ММА, для реализации которых разрабатывалась данная конструкция, следующие:

- максимальное измеряемое ускорения  $g$ ,  $m/c^2$ : 50,0
- собственная частота, Гц: 450,0
- момент статической разбалансировки (в поле силы тяжести), Н·м:  $3,9 \cdot 10^{-7}$

На заключительном этапе процесса изготовления ЧЭ производится контроль емкостей как в прямом ( $+90^\circ$ ), так и в перевернутом ( $-90^\circ$ ) положении.

### Список литературы

1. Вавилов В.Д. Микросистемные датчики физических величин: Монография в двух частях / В.Д. Вавилов, С.П. Тимошенко, А.С. Тимошенко. – М.: ТЕХНОСФЕРА, 2018 – 550 с.

2. Тимошенко С.П. Надёжность технических систем и техногенный риск / С.П. Тимошенко, Б.М. Симонов, В.Н. Горошко. - М.: Юрайт, 2017 – 502 с.

## РАЗРАБОТКА ЭКСПРЕСС-МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОКСИДОВ АЗОТА В ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСАХ

Л.В. Москаленко<sup>1</sup>, А.С. Щекинова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Невинномысский технологический институт (филиал) СКФУ,

<sup>2</sup> АО «Невинномысский Азот»,

г. Невинномысск

*Аннотация.* В статье представлена разработка методического указания по определению оксидов азота в отходящих «хвостовых» газах азотнокислотного производства до каталитической очистки. Применение рекомендуемой нами методики снижает трудозатраты, обеспечивает необходимый диапазон измерения и точность.

Оксиды азота относятся к наиболее опасным соединениям, содержание которых в воздухе жестко лимитируется. Источниками оксидов азота является антропогенная деятельность: сжигание различных видов топлива, транспорт, промышленность, а так же процессы природного происхождения [1]. Оксиды азота относятся к 3-му классу опасности, вызывают отек легких, удушье. В настоящее время для определения NOx наиболее широко используются несколько методик:

- определение оксидов азота окислением до NO<sub>2</sub> хромовым ангидридом и последующим взаимодействием диоксида с реактивом Грисса;
- определение оксидов азота поглощением раствора пероксида водорода с одновременным окислением до азотной кислоты и титрованием;
- определение NOx по количеству выделившегося йода с предварительным окислением оксидов азота до NO<sub>2</sub> кислородом воздуха и взаимодействием NO<sub>2</sub> с KI;
- определение массовой концентрации оксидов азота фотометрическим методом с сульфосалициловой кислотой.

Количественное определение оксидов азота в газовых потоках ведется по принципу определения суммы оксидов (кроме N<sub>2</sub>O), переведенных в форму диоксида азота. Оксид азота (I) достаточно инертный оксид, трудно поддающийся окислению до NO<sub>2</sub>. Данные показывают о невозможности количественного определения оксида азота (I) в сумме оксидов широко используемыми аналитическими методами [2].

В работе рассматривается методика определения оксидов азота в «хвостовых» газах производства азотной кислоты до установки каталитической очистки. Допустимая массовая концентрация оксидов азота в промышленных выбросах равна 100 мг/м<sup>3</sup>. Для оценки эффективности работы аппаратов очистки необходимо контролировать содержание оксидов азота до и после установки очистки. В настоящее время применяется методика, выполнения измерений массовой концентрации оксидов азота в промышленных выбросах аспирационным методом отбора [3]. Метод измерения основан на предварительном окислении оксидов азота в диоксид азота при помощи оксида хрома, переведении диоксида азота в раствор и фотометрическом измерении оптической плотности окрашенного раствора. Диапазон данной методики

составляет 0,1-140 мг/м<sup>3</sup>, что делает ее подходящей для малых концентраций на выходе из установки. До установки содержание оксидов значительно выше, что осложняет анализ. В поглотителях при больших концентрациях проходит не полное поглощение оксидов азота и вероятность проскока высока. Чтобы этого избежать и получить достоверные показания приходится увеличивать количество поглотителей в системе или выполнять 3 последовательных отбора. Это сопряжено с дополнительными трудозатратами.

Применяемый аспирационный метод определения оксидов азота трудоемок и продолжителен, к тому же он не обеспечивает необходимый диапазон измерения и точность. Наиболее удовлетворяющим предъявляемым требованиям (простота и точность) является метод отбора в сосуд с ограниченной емкостью с использованием капиллярного крана в раствор пероксида водорода. Он основан на отборе газа в эвакуированный сосуд. За основу взят метод отбора в сосуд с ограниченной емкостью. Использование данного метода исключает потери анализируемых компонентов и позволяет получить представительную пробу газа до каталитической очистки.

Для проведения аттестации методики, были проведены эксперименты с достаточным количеством данных для проведения расчетов. Было выявлено, что погрешность методики для определения оксидов азота в сосуд с ограниченной емкостью при концентрациях 1000-7000 мг/м<sup>3</sup> составляет 11,5 %, а при концентрации 7000-10000 – 6,1 %. Погрешность используемого метода, выполнения измерений массовой концентрации оксидов азота в промышленных выбросах аспирационным методом равна 25 % [4,5].

Проведение анализа рекомендуемой методикой, в сосуд с ограниченной емкостью, позволило снизить время отбора, трудозатраты и сэкономить денежные средства на расход реагентов.

Ежегодно наращиваются объемы производства, меняются требования к промышленным выбросам и степени эффективности очистки, в графике лаборатории увеличивается количество анализов. Данное усовершенствование метода позволило создать универсальную методическую инструкцию по определению оксидов азота, с лучшими точностными характеристиками, а также экономически выгодную для использования.

### **Список литературы**

1. *Производство аммиака, минеральных удобрений и неорганических кислот. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям.* – М.: Бюро НТД, 2015. – 909 с.

2. *Леонтьев А.В. Современная химия оксида азота (1). Успехи химии / А.В. Леонтьев, О.А. Фомичева [и др.]. - 2001. - №70(2). - С.107.*

3. *ФР. 1.31.2011.11276 Методика выполнения измерений массовой концентрации оксидов азота в промышленных выбросах в атмосферу фотометрическим методом с реактивом Грисса (М-18).*

4. *ГОСТ ИСО 5725-1-2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Основные положения и определения.*

5. РМГ 61-2010 Государственная система обеспечения единства измерений. Показатели точности, правильности, прецизионности методик количественного химического анализа. Методы оценки.

## **ИНФОРМАЦИОННОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТОМ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА НОВОГО АВТОКОМПОНЕНТА**

С.В. Касьянов, Г.Р. Фаттахова  
К(П)ФУ Набережночелнинский институт,  
г. Набережные Челны

*Аннотация.* Проанализированы достоинства и недостатки стандартизированной технологической документации для управления качеством по IATF 16949-16. Систематизирован комплекс необходимой информации, разработаны необходимые дополнения.

Полезно вспомнить, что советское автомобилестроение начиналось на рубеже 30-х годов XX века с закупленных у Г. Форда моделей машин и заводов по их производству. Управление производством и управление качеством на тот момент осуществлялось в системе Тейлора. В рамках отраслей государство обеспечило стандартизацию всех видов их деятельности, в том числе и подготовку производства новых изделий. В государственной системе высшего и среднего специального образования для реализации этих требований были сформированы типовые учебные планы. Советским специалистам для выполнения поставленных задач было достаточно изложить содержание технологий в стандартных формах документации. Они не были разработчиками закупленных технологий, а значит – не могли знать содержание операций с исчерпывающей глубиной. Они только документировали наиболее значимые требования к качеству полуфабрикатов, составу технологических станочных систем, режимам выполнения переходов. Технологическая подготовка производства включала в основном разработку документации и создание рабочих мест для производственных операций изготовления товарного продукта. За советским «железным занавесом» система Тейлора многие десятилетия сохранялась практически неизменной. А важнейшим показателем успешности работы предприятия являлся отчет о выполнении календарного плана по объему продукции. Десятилетиями предприятия работали в условиях дефицита поставок комплектующих изделий. Из-за массовой корректировки планов в конце месяца до половины объемов продукции выпускалось в последнюю 5-дневку месяца. Ясно, что фактическое качество большей части продукции не могло соответствовать требованиям. Но, чтобы коллектив мог получить премию, руководству заводов было важно представить отчет о выполнении плана. Поэтому неудивительно, что хотя российские предприятия внедряют и сертифицируют свои системы менеджмента качества (СМК) уже более 20 лет, требования к ним также рассматриваются руководителями и

специалистами только как необходимость в целях сертификации представить формальный отчет об их выполнении, невзирая на очевидные расхождения в содержании отчетов по качеству с требованиями технологической и метрологической документации.

Меж тем в рыночной экономике долгосрочная конкурентоспособность каждого предприятия закладывается в ходе успешной реализации каждого из проектов подготовки производства и выпуска нового товарного продукта. А стандарты ISO на деле являются результатом обобщения успешного опыта ведущих компаний. Для предприятий наиболее развитых стран он является единой основой, к которой компании добавляют важные для себя корпоративные требования.

В ISO 9000-15 дано следующее определение проекта: «уникальный процесс, состоящий из совокупности скоординированных и управляемых видов деятельности с начальной и конечной датами, предпринятый для достижения цели, соответствующей конкретным требованиям, включая ограничения по срокам, стоимости и ресурсам».

Как правило, в настоящее время целью проекта может быть получение запланированного объема прибыли. Определение позволяет упорядочить задачи специалистов на основе постановки этой цели. В [] показано, что все риски потери прибыли связаны с ошибками и упущениями в информационном сопровождении процессов жизненного цикла проекта. Нынешние мощные информационные технологии позволяют специалистам должны упорядочить полный комплекс технологий и возможно более глубоко формализовать задачи управления.

Для достижения запланированной в проекте прибыли, поставщик должен определить полный комплекс управляемых характеристик, задать и обеспечить выполнение всех требований к каждой из них, а именно:

- к характеристикам качества товарного продукта в целом, а также всех его структурных составляющих, всех деталей и всех конструктивных элементов каждой детали;

- к характеристикам поставок продукции заказчикам (сроки поставок; упаковка; документация и т.д.);

- к характеристикам, качеству ресурсов и стоимости операций всех технологий деятельности предприятия: жизненного цикла товарного продукта, обеспечения рабочих мест всеми видами ресурсов, жизненного цикла значимых попутных продуктов (отходов сырья и материалов, сточные воды, выбросы в атмосферу, излучения);

- к характеристикам технологий управления каждой проектной работой и каждым элементом перечисленных технологий, а также к характеристикам менеджмента.

Поэтому в качестве базового элемента управления взято понятие «требование». Каждое отдельно взятое требование к какой-либо характеристике – это ее предельное значение обеспечивающее качественное выполнение функции изделия в технологиях жизненного цикла объекта.

Общая схема разработки и применения управленческой информации приведена на рисунке 1.

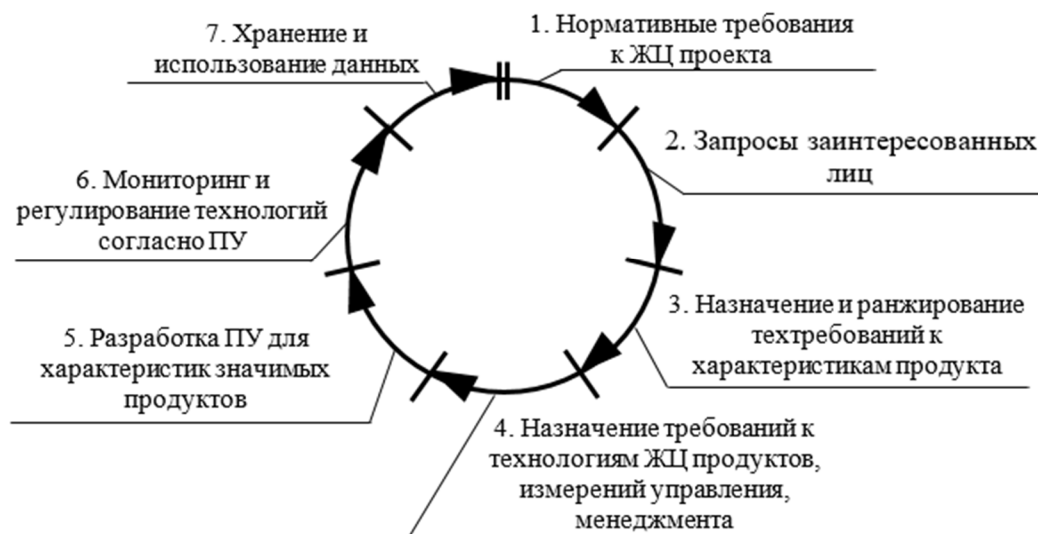


Рис.1. Жизненный цикл информационного сопровождения в APQP-проекте

Своеобразным фундаментом для определения характеристик детали является формирование специалистами комплекса актуальных законодательных ограничений на применение планируемого к производству изделия (безопасность, экологичность) в ходе его изготовления, применения, утилизации (п.1). Упущение или невыполнение этих ограничений влечет за собой для поставщика самые тяжелые последствия. На этом этапе саму деталь еще невозможно увидеть.

В рамках этих ограничений далее (п.2) следует выявить все значимые ограничения со стороны заинтересованных лиц: заказчику важны функциональные характеристики самого продукта и условия его применения; население хотело бы иметь возможность трудоустройства; важно проанализировать достижения конкурентов; наконец организация должна оценить свои возможности организации по их выполнению. В итоге на этом этапе должно быть сформировано своеобразное техническое задание на разработку продукта и технологий его жизненного цикла.

В ходе конструкторского проектирования (п.3) специалисты разрабатывают функциональные схемы будущего изделия, прорабатывают функциональные варианты его компоновок, и проектируют отдельные компоненты (вложенные друг в друга их составные части) вплоть до отдельных конструктивных элементов деталей. Для каждого элемента конструктор должен задать характеристики и к каждой из них назначить технические требования, обеспечивающие выполнение всех ограничений. Адекватность требований должна быть верифицирована путем изготовления и испытаний опытного образца изделия. При получении неудовлетворительных результатов требования придется скорректировать. Для разработки адекватных планов управления каждому требованию полезно придать определенный статус (ранг значимости)



(например, критические, важные для заказчика, технологически необходимые, стандартные).

Специалисты-технологи (п.4) должны разработать технологии, обеспечивающие соответствие каждой характеристики изделия заданным техническим требованиям. В производственных операциях, где формируются эти характеристики, следует определить ключевые контрольные характеристики технологических процессов и также назначить требования к ним. К ним относятся характеристики оборудования и оснастки, наладочные параметры, режимы обработки. Соответственно, потребуются технологии поддержания их в заданных пределах.

Требуется также разработать методики измерения характеристик изделия и документированные формы регистрации данных.

Исходя из условий выполнения производственных операций, необходимых для обеспечения качества продукта, изготовления товарного продукта на каждом рабочем месте должны быть установлены специальные характеристики качества значимых попутных продуктов, а также качества технологических модулей. Соответственно нужно назначить требования к их значениям.

Пятый этап – согласно назначенным требованиям необходимо сформировать производственные системы на рабочих местах и верифицировать результаты подготовки производства. Для каждой специальной характеристики качества продукта, а также значимых характеристик процессов надо задать методики мониторинга, анализа данных, планирования корректирующих действий, а также верификации их результативности.

Только при наличии всех требований и технологий их обеспечения на 6-ом этапе можно будет улучшать степень приближения характеристики к идеалу с первой попытки, регулируя значения соответствующих характеристик, а также оценивать результативность любого процесса. Результативное внедрение последующих проектов невозможно без анализа накопленного опыта. Поэтому значимая накопленная информация должна быть архивирована и доступна для рассмотрения специалистами (п.7).

С использованием предложенной систематизации можно результативно решать 2 типа задач:

- a) прямые (проектные) имеют целью предупредить возможные значимые потери запланированной в проекте прибыли за счет адекватного планирования, мониторинга и верификации результатов каждой работы в жизненном цикле проекта.
- b) обратные (аналитические) направлены на оценку качества созданной информации для управления проектом на этапах подготовки производства, прослеживания причины выявленной потери в результате любых несоответствий в ходе серийного производства.

На рисунке 2 дан пример систематизации всех нормативных требований, которые должны быть определены на 1 этапе.

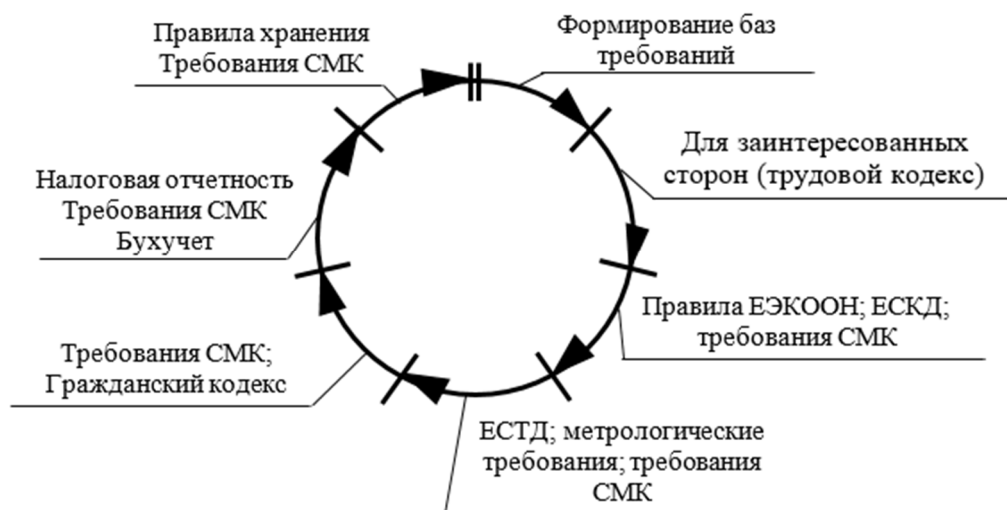


Рис. 2. Систематизация нормативных требований по ЖЦ проекта

### Список литературы

1. Касьянов С.В. Технологический переход как конечный процесс управления качеством продукции в соответствии с ISO/TS 16949-09 / С.В. Касьянов, Г.Ф. Биктимирова. - «Автомобильная промышленность» №3, 2014. - С.27-29.
2. Biktimirova G. Building Corporate Quality Management Systems at Russian Automotive Corporations / G. Biktimirova, E. Valiyeva / IT&MQ&IS–2019, pp. 28-32.

## СПОСОБ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ

А.Б. Каменских, Г.И. Шайдунова

Пермский национальный исследовательский политехнический университет,  
г. Пермь

**Аннотация.** Приведены результаты создания системы защитного покрытия для сварных соединений, в которой применена инновационная технология, заключающаяся в формировании адгезионного наноуглеродного слоя, полученного методом термоосаждения на поверхность сварного шва из раствора связующего, способного к деструкции в процессе ступенчатого термостатирования, в результате чего образуется наноструктура из углеродистого слоя с повышенной энергией Гиббса. Для повышения защитных свойств системы защитного покрытия в качестве малой добавки в него введён ультрадисперсный протекторный наполнитель. Существенное улучшение противокоррозионных свойств покрытия достигается совокупностью новых подходов к защите сварных многоэлементных швов, включающих наноосаждение из полимера и аргументированной дозировкой протекторной добавки по слоям компонентов в оптимальных количествах, обеспечивающих эффект синергизма. Проведённые испытания системы защитного покрытия в агрессивной среде 3 % NaCl показали высокий уровень стойкости покрытия.

**Ключевые слова:** защитное покрытие, сварной шов, нано-структурированный слой, ультрадисперсный наполнитель.

Сварные конструкции, как и любые другие металлические конструкции,

работают в условиях воздействия активных рабочих как внутренних, так и внешних сред. В ряде случаев они оказывают существенное влияние на механические свойства сварных соединений. Одним из наиболее опасных результатов воздействия внешней или рабочей среды на сварные соединения является коррозия.

Электрохимическая коррозия (основной вид окисления) вызывается воздействием на металл жидких или газообразных продуктов и, как любой гетерогенный процесс, начинается с поверхности раздела фаз.

Низкоуглеродистые и низколегированные стали имеют благоприятные показатели свариваемости и широко применяются при изготовлении различных сварных конструкций мостов, строительных сооружений, подъемно-транспортных и дорожных машин, трубопроводов, конструкций газо-нефтехимических производств, судов. [2] Однако, существенным недостатком вышеуказанных сталей является их низкая коррозионная стойкость, и особенно, сварных соединений, которые подвержены коррозионному разрушению в первую очередь.

При эксплуатации трубопроводов и резервуаров наиболее ощутимые проблемы из-за коррозии основного металла и сварных соединений возникают в результате питтинговой коррозии и растрескивания под действием окружающей среды [1]. Оба типа коррозии могут быть вызваны внутренней или внешней средой и могут приводить к непредвиденному отказу конструкции, т.к. разрушение протекает без заметных признаков деформации, что затрудняет обнаружение на ранней стадии. Нередко коррозионные язвы выступают в роли концентраторов напряжений, приводящих к нарушениям по причине коррозионного растрескивания под напряжением [1], [3]. В связи с этим, для конструкций, особенно работающих под высоким давлением, весьма важным является поиск инновационных подходов в обеспечении антикоррозионной защиты сварных швов. Следует отметить некоторое отставание нанотехнологий в области защиты от коррозии по сравнению с другими направлениями.

В связи с тем, что сварной шов представляет собой сплав из множества элементов, применение химической подготовки не целесообразно из-за возможных остатков реагентов, которые при попадании влаги могут оказаться локальным электролитом. Известные в настоящее время методы возможного осаждения наноструктур из органических соединений (поливинилацетат, поливинилхлорид, поливиниловый спирт и др., для которых свойственна сублимация при повышенной температуре) позволил теоретически обосновать целесообразность проведения экспериментальные исследования, применив технологию наноосаждения в качестве подготовительной операции под нанесение защитного покрытия.

Впервые разработанная система защитного покрытия, относящаяся к нанотехнологиям, представляет собой комбинированный способ защиты сварных швов, например, металлических трубопроводов из углеродистых и низколегированных сталей за счет изменения поверхностной энергии сварного шва, сформированным наноструктурным слоем непосредственно на поверхности сварного шва.

Технологически это выполняется следующим образом:

– на зачищенную поверхность сварного шва наносится плёнка связующего, способного к физико-химическим превращениям в результате воздействия температуры в диапазоне 300-350 °С с образованием адгезионно-скреплённых нанотрубок с компонентами металлов сварного шва и околошовной зоны

Для уменьшения проницаемости влаги и агрессивных агентов на образованный слой наносится защитное покрытие из эпоксидной грунтовки, модифицированной ультрадисперсным цинком [4].

Наноструктурированный слой совместно с грунтовкой, содержащей малую добавку протекторного наполнителя – ультрадисперсного цинка, дифференциально распределённого по слоям при уменьшении концентрации от верхнего слоя к нижележащему, способен обеспечить надежную защиту от воздействия влаги и агрессивных сред с исключением электрохимического процесса коррозии.

В качестве образцов для проведения исследований использовались металлические пластины: коррозионно-нестойкая сталь 09Г2С, толщина 5 мм, размеры 50х300 мм, сварной шов выполнен ручной аргонодуговой сваркой, сварочная проволока Св-08Г2С ГОСТ 2246-70 (рис.1)



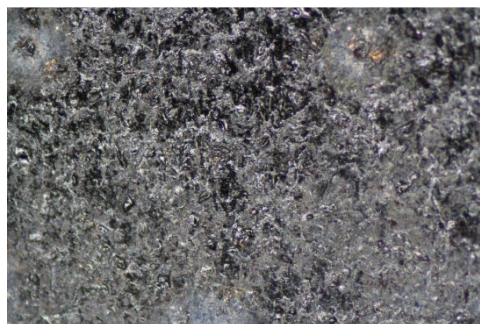
Рис. 1. Исходное состояние сварного шва после зачистки

Металлографические исследования показали, что структура шва и зоны термического влияния имеют различную структуру в зависимости от температуры нагрева, что способствует возникновению внутренних напряжений, а в металле сварного шва и на участке неполного расплавления наблюдается изменение химического состава за счет «выгорания» компонентов.

На рис.2 представлен внешний вид наноструктуры покрытия



x1



x50

Рис. 2. Внешний вид сварного шва с нанообразованиями

В качестве финишных слоев системы защитного покрытия использовались эмали марок «Армокот», ЭП 525, эпоксидной грунт-шпатлёвка ЭП-0020 с введением различных концентраций ультра дисперсного цинка. Составы вариантов покрытий представлены в таблицах 1 и 2.

Технология вариантного изготовления образцов для сравнительных испытаний приведены в таблицах 1, 2.

Таблица 1  
Образцы первой группы

№ п/п	Вариант 1	Вариант 3	Вариант 4
1	Обезжиривание (растворитель Р-5, 648)	-//-	-//-
2	Обработка раствором связующего Сушка - 200°C – 1 час Сушка - 330°C – 1 час	Обработка раствором связующего Сушка - 180°C – 1 час Сушка - 300°C – 1 час	Обработка раствором связующего Сушка - 180С – 1 час Сушка - 300С – 1 час
3	Нанесение 1 слоя ЭП-0020 (как грунт) с h=25-30 сек Сушка 50-60°C - 3 часа	Нанесение грунта АК - 070	Легкая зачистка наждачной бумагой
4	Эмаль V500 Армокот – 1 слой Армокот +2 м.ч. УДЦ	сушка	Нанесение 1 слоя ЭП -0020 + (2 м.ч. SiO <sub>2</sub> ) сушка
5	Эмаль Армокот V-500 +5 м.ч. УДЦ	Эмаль ЭП-525 – 1 слой	Нанесение ЭП-0020 +5 м.ч. УДЦ – 2 слоя
6		Эмаль ЭП525 +2 м.ч УДЦ	
7		Эпиламирование в 2 слоя (1 слой подлежит зачистке)	
Период времени до появления коррозии	Без изменений в течение 2- лет	Коррозия через 1 год 6 мес.	Без изменений в течение 2- лет

Испытания образцов проводились в среде 3 % NaCl. По результатам испытаний спустя 18 месяцев на образце по варианту 3 из первой группы образцов (таблица 1) выявлен участок возникновения коррозии в зоне дефекта сварного шва (подрез). На образцах по варианту 1 и 4 коррозия на текущем этапе испытаний не выявлена. Наиболее эффективным покрытием было отмечено покрытие по варианту 1 (верхний слой - эмаль марки Армокот).

По результатам анализа первого этапа в достижении поставленных целей были проведены дополнительные эксперименты с защитным покрытием марки Армокот в сочетании с грунтом ЭП 0020 и послойным нанесением покрытия Армокот с различной концентрацией УДЦ, а для сравнения были изготовлены:

- образец с нанесённым покрытием ЦВЭС по штатному технологическому процессу,

- образец с покрытием, состоящим из 20 % раствора таннина (образование ферро-таннатного покрытия из растительного сырья) и грунта ЭП 0020.

Варианты нанесения защитных покрытий представлены в таблице 2.

Таблица 2  
Образцы второй группы

№ п/п	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5	Вариант 6
1	Обработка связующим	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	ЦВЭС 2 слоя на сварной шов по штатному варианту	Обработать сварной шов 20% раствором Танина
2		+1 слой ЭП-0020	+армокот	+армокот		Сушка 1 час при комнатной Т
3		+Армокот	2 м.ч. УДЦ	+5 м.ч. УДЦ		+0,5 часа при Т 80°С
4						Нанести ЭП-0020 по варианту 4 задания 615/16 без обработки
Период времени до появления подплёночной коррозии		7 месяцев, коррозия отсутствует	7 месяцев, коррозия отсутствует	7 месяцев, коррозия отсутствует	7 месяцев, коррозия отсутствует	

Все образцы проходили испытания в эксикаторе - в парах воды (с добавлением 3% NaCl) и размещены лицевой стороной к поверхности воды. (Визуализация -до появления коррозии)

### Выводы

1. Предусмотренные при планировании экспериментов варианты исследований подтвердили правомерность предполагаемой эффективности применения технологии, используя наноосаждение в качестве подготовительной операции перед нанесением лакокрасочного покрытия.

2. Применение защитного покрытия с протекторным наполнителем способствует исключению влагопроницаемости к поверхности сварного шва.

3. Синергетический подход к формированию антикоррозионной защиты при совокупности нанообразований на поверхности сварного шва и грунтовочного слоя с ультрадисперсным протекторным наполнителем приводит к повышению надёжности антикоррозионной защиты с прогнозируемым повышением срока эксплуатации до 30 лет.

### Список литературы

1. *Сварка и свариваемые материалы: в 3-х т Т1 Свариваемость материалов. Справ изд. / Под ред. Э.Л. Макарова. – М.: Металлургия, 1991. - 528 с.*

2. Винокуров В.А. Сварные конструкции. Механика разрушения и критерии работоспособности / В.А. Винокуров, С.А. Куркин, Г.А. Николаев; Под ред. Б.Е. Патона – М.: Машиностроение. 1996. – 576 с.

3. Хайдерсбах Р. Защита от коррозии и металловедение оборудования для добычи нефти и газа / Р. Хайдерсбах – СПб. : Изд-во Профессия, 2015. – 480 с

4. Модификация токопроводящей эмали ХП-5237 [Электронный ресурс] / Шайдунова [и др.] // Лакокрасочные материалы и их применение .-2014. - №3. - С. 58-59 .-Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/382044>

## О ВОЗМОЖНОСТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПЕНООБРАЗУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ КОМПОЗИЦИЙ ПАВ

Г.Г. Лутфуллина, Р.И. Хайрутдинова, С.А. Петрова  
Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
г. Казань

*Аннотация.* Проведены исследования по определению пенообразующей способности композиций из ПАВ различной природы. Обнаружено, что исследуемые композиции характеризуются относительно невысокими значениями кратности пен. При этом их максимальные значения достигаются для композиций 2 и 5 (0,7-0,9 в диапазоне концентраций 2,0-8,0 г/дм<sup>3</sup>). Для регулирования пенообразующей способности составленных композиций рекомендовано повышение расхода ПАВ составе.

Мировое производство ПАВ постоянно возрастает, при этом актуальным является синтез таких ПАВ, молекулы которых не загрязняют окружающую среду и легко подвергаются биохимическому разложению [1].

ПАВ в меховой промышленности применяют в качестве стабилизаторов пен и эмульсий, выравнивателей, моющих и смачивающих средств и т.д. [2,3]. Для обеспечения возможности регулирования свойств ПАВ применяют их смеси, в которых проявляются синергетические и антагонистические эффекты.

Цель данной работы: оценка и возможность регулирования пенообразующей способности композиций, содержащих нПАВ и аПАВ.

Композиций состояли из синтезированных на кафедре ПНТВМ КНИТУ аПАВ (ЭСПСК) из стеариновой и пальмитиновой кислот и нПАВ (КРДА) из жирных кислот рапсового масла (таблица) [2,3]. В качестве контрольного опыта применяли - Бетол - Н (ООО «Бетахим»).

Состав композиций ПАВ, % мас.

Номер композиций	аПАВ (КРДА)	нПАВ (ЭСПСК)	Вода
№1	30	5	65
№2	40	5	55
№3	30	7	63
№4	25	7	68
№5	45	5	50
№6	35	7	58

Для получения пены применяли диспергационный метод, а именно, встряхивание [6]. Кратность пены вычисляли по формуле 1:

$$V \text{ пены} / V \text{ раствора} = X, \quad (1)$$

где  $X$  – величина кратности пены;  $V$  пены – объем пены;  $V$  раствора – объем раствора. Результаты исследований представлены на рис.1 и 2.

Сравнительный анализ расчета кратности пен показал, что контрольный ПАВ отличается самыми высокими значениями: при концентрации 2,0 г/дм<sup>3</sup> кратность пены составляет 1,7; тогда как максимальные значения кратности пен для композиций 2 и 5 (0,7-0,9) достигаются в диапазоне концентраций 2,0-8,0 г/дм<sup>3</sup> (рис. 1 и 2). При этом практически для всех исследуемых композиций ПАВ увеличение кратности пен пропорционально повышению концентрации пенообразователя в растворе. Минимальная кратность пен (0,5-0,4) наблюдается при встряхивании растворов композиций 1-4 при концентрации 8,0 г/дм<sup>3</sup>.

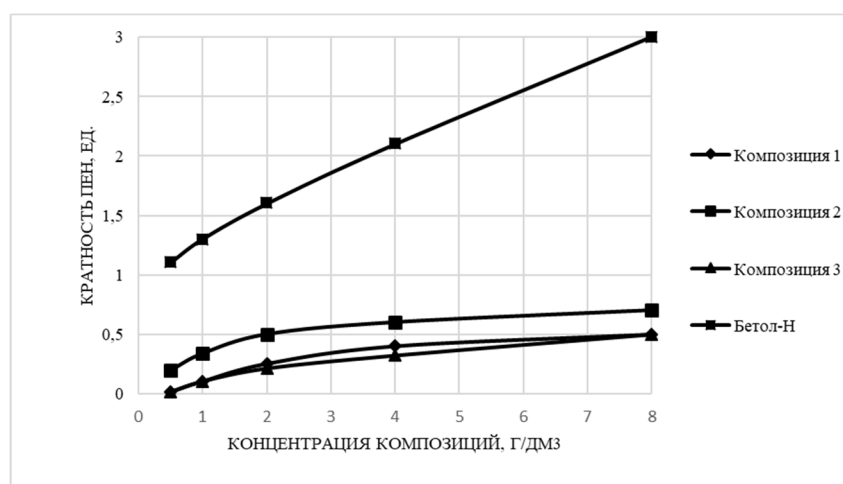


Рис.1. Влияние композиций 1-3 на кратность пены через 1 минуту

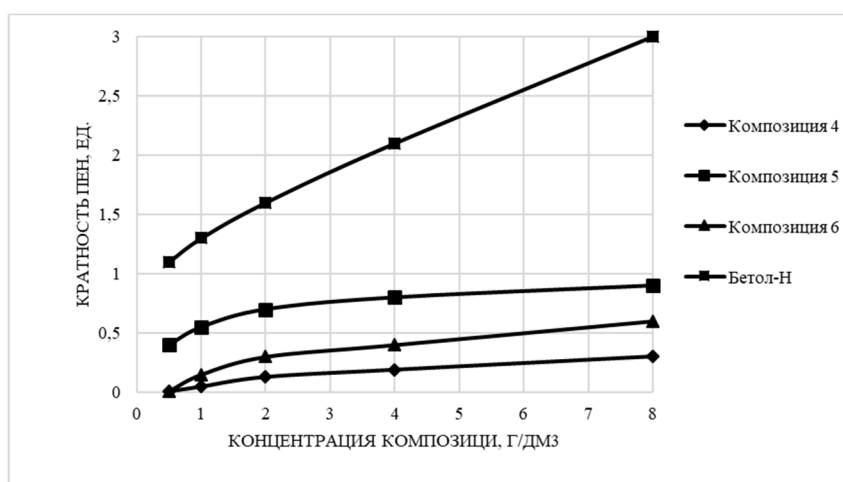


Рис.2. Влияние композиций 4-6 на кратность пены через 1 минуту

Таким образом, полученные результаты подтверждают наличие относительно невысоких показателей кратности пен. Для их повышения целесообразно составлять композиции с увеличением расхода аПАВ. При этом следует помнить, что повышенное пенообразование негативно отражается как на трудоемкости процессов, так и на экологии.



## Список литературы

1. Лутфуллина Г.Г. Синтез и исследование свойств поверхностно-активных веществ на основе жирных кислот пальмового масла и метанола / Г.Г. Лутфуллина, К.С. Лифанова (Гусева), П.В. Гришин, Р.И. Хайрутдинова // Известия вузов. Химия и химическая технология, 2018. - Т. 61. - Вып. 6. - С. 88-95.
2. Лутфуллина Г.Г. Синтезированные аминоксодержащие ПАВ в крашении шкурок кролика / Г.Г. Лутфуллина, Р.И. Хайрутдинова, С.А. Петрова // Вестник Технологического университета, 2017. - Т. 20, № 1. - С. 100-101.
3. Лутфуллина Г.Г. Исследование строения и свойств ПАВ, полученных из жирных кислот / Г.Г. Лутфуллина, С.А. Петрова, Р.И. Хайрутдинова, Ф.Г. Халитов // Вестник Технологического университета, 2019. - Т. 22, № 5. - С. 70-71.

## РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛООТДАЧИ НА ПОВЕРХНОСТИ ВРАЩАЮЩЕГОСЯ ДИСКА

Ф.А. Мусина, О.С. Харитоновна, К.В. Рыкова, Р.Р. Гизатулина, В.В. Бронская,  
Т.В. Игнашина, Т.В. Володченко  
Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
г. Казань

*Аннотация.* Анализ гидродинамики и теплообмена в тонкой пленке жидкости, стекающей по вращающейся поверхности диска, представлено для постоянной температуры.

*Ключевые слова:* гидродинамика, вращение, пленка, толщина пленки.

Поток вводится из центра вращающегося диска, который направляет жидкость радиально наружу. Жидкость стекает с вращающегося диска, нагреваясь при этом электрическим нагревателем сопротивления.

Задача рассматривается в радиальных ( $r$ )-и осевых ( $z$ )-координатах, предполагающих азимутальную симметрию. В этом случае уравнениями в цилиндрической системе координат на вращающемся диске являются:

$$\begin{aligned} \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (ru_r) + \frac{\partial u_z}{\partial z} &= 0 \\ \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (ru_r u_r) + \frac{\partial (u_r u_z)}{\partial z} &= r\omega^2 + \nu \left[ \frac{\partial^2 u_r}{\partial z^2} - \frac{u_r}{r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial u_r}{\partial r} \right) \right] \\ \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (ru_r T) + \frac{\partial}{\partial z} [u_z T] &= \alpha \left[ \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right] \end{aligned}$$

В итоге, толщина пленки может быть записана в точной форме, как,

$$\tilde{\delta} = \left[ \frac{3Ro \left( \frac{r_0}{h_0} \right)^2}{\text{Re}} \right]^{1/3} \frac{1}{\tilde{r}^{2/3}}$$

Теплопередача в пленке жидкости анализируются с учетом постоянной температуры поверхности диска. В этом случае профиль температуры может быть выполнен в виде полинома второго порядка, заданной формулой,

$$\theta = a_0 + a_1 \left( \frac{z}{\delta_T} \right) + a_2 \left( \frac{z}{\delta_T} \right)^2,$$

которая должна удовлетворять граничным условиям:  $\theta \equiv \frac{T-T_0}{T_0-T_i}$   $\theta = 0$  при  $z = 0$ ,  $d\theta/dz = 0$  при  $z = \delta_T$ .

Профиль, удовлетворяющий этим условиям,

$$\theta = \theta_\infty \left[ \left( \frac{z}{\delta_T} \right)^2 - 2 \left( \frac{z}{\delta_T} \right) \right] \quad \text{где} \quad \begin{aligned} \delta_T < \delta &\Rightarrow \theta_\infty = 1 \\ \delta_T = \delta &\Rightarrow \theta_\infty = \frac{T_\delta(r) - T_0}{T_0 - T_i} \end{aligned}$$

Определение числа Нуссельта

$$Nu_T \equiv \frac{hr_0}{k} = - \left. \frac{r_0}{\tilde{\delta}} \frac{d\theta}{dz} \right|_{z=0}$$

$$Nu_T = 2 \frac{r_0}{h_0 \tilde{\delta}} \exp \left[ - \frac{5}{2} \left( \frac{r_0}{h_0} \right)^2 \frac{1}{Pe} \int_{r_*}^{\tilde{r}} \frac{\tilde{r} d\tilde{r}}{\tilde{\delta}} + \frac{5}{4} (\tilde{\delta} - \tilde{\delta}_*) \right]$$

Истончение пленки жидкости, оказывающее сильное влияние на градиент температуры на стенке (постоянная температура стенки), чем для постоянного теплового потока. При малых скоростях вращения толщина пленки сначала увеличивается по радиусу диска, а затем начинает истончаться при внешних радиусах за счет эффекта вращения. Толщина пленки уменьшается с увеличением входной скорости или числа Рейнольдса, а максимальная толщина пленки смещается в сторону больших радиусов с увеличением Re. С увеличением скорости вращения - толщина пленки уменьшается.

### Список литературы

1. Мусина Ф.А., Бронская В.В., Игнашина Т.В., Харитонова О.С. Программа расчета поля скоростей жидкой фазы на вращающемся диске свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RUS № 2019663562. Заявка № 2019617845 от 27.06.2019. Оубл. 18.10.2019.

2. Зиннатуллина Г.Н., Давыдов А.В., Бронская В.В., Зиннатуллин Н.Х. Расчет основных технологических параметров центробежных пленочных тепло-и массообменных аппаратов Вестник Казанского технологического университета. - 2014. - Т. 17, № 3. - С. 89-92.

3. Давыдов А.В., Бронская В.В., Зиннатуллин Н.Х. Гидродинамика тонкопленочного центробежного теплообменника Вестник Казанского технологического университета. - 2012. - Т. 15, № 23. - С. 145-147.

4. Зиннатуллина Г.Н., Давыдов А.В., Байбеков Р.Р., Зиннатуллин Н.Х., Бронская В.В. Расчет основных технологических параметров центробежных пленочных аппаратов Вестник Казанского технологического университета. - 2013. - Т. 16, № 22. - С. 240-244.

## АМИННЫЕ ОТВЕРЖДАЮЩИЕ АГЕНТЫ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Г.И. Шайдурова, М.Ю. Ощепкова, Д.С. Лобковский, М.В. Глумова  
ПАО Научно-производственное объединение «Искра»,  
г. Пермь

*Аннотация.* В статье представлены положительные результаты работы по исследованию аминных отвердителей отечественного производства для термореактивного эпоксидного связующего.

Силовая оболочка ракетного двигателя представляет собой цельномотанный «кокон» из высокопрочных органических волокон, пропитанных термореактивным эпоксидным связующим.

В настоящее время в качестве армирующих материалов для изготовления силовой оболочки корпусов используют органожгуты Русар-С и Армос<sup>®</sup> из арамидных волокон с аморфно-кристаллической структурой, при этом в волокнах Русар-С в большей степени присутствуют пластинчатые образования, а в волокнах Армос<sup>®</sup> – микрофибриллярные [1].

В качестве полимерной матрицы, обеспечивающей требуемые характеристики корпусов из полимерных композиционных материалов (ПКМ), используется теплостойкое связующее марки УП-2217 на основе эпоксидной композиции, состоящей из трех смол (УП-610, ЭД-22, ДЭГ-1) и порошкообразного отвердителя Диамет Х.

Эпоксидное связующее УП-2217 ОСТ 92-0957-74 (разработка ОАО «Композит»), обладает высокой смачивающей способностью и адгезией к органоволокну. Высокая смачивающая способность эпоксидных композиций способствует эффективной адсорбции связующего фибриллярной структурой органоволокна, в результате чего наблюдается заполнение микропор и «залечивание» дефектов [2].

Выбор данного типа связующего определён исходя из уровня задаваемых рабочих температур (до 150 °С) и характера изменения эксплуатационных свойств корпуса из ПКМ при воздействии внешних факторов, что позволило обеспечить требуемые характеристики при действующих нагрузках в процессе функционирования изделия [2].

В 90-е годы прошлого столетия, химическое производство Российской Федерации (РФ) столкнулось с проблемами, которые неизбежно привели к прекращению функционирования ряда предприятий, в том числе, и единственного в РФ производителя отвердителя Диамет Х ОАО «Бератон» (г. Березники).

Учитывая вышеизложенное, восстановление производства отечественного продукта Диамет Х в ближайшее время является актуальной задачей для Российской Федерации (РФ) в рамках программы импортозамещения.

В настоящее время вопросом по восстановлению производства отечественного отвердителя Диамет Х занимаются: ОАО «НИИХИМ-ПОЛИМЕР» (г. Тамбов) и АО «ГНИИХТЭОС» (г. Москва).

Отвердители, производства ОАО «НИИХИМПОЛИМЕР» и АО «ГНИИХТЭОС» (далее по тексту «отвердитель № 1» и «отвердитель № 2») имеют идентичную с продуктом Диамет Х (ОАО «Бератон»), химическую и структурную формулы.

Для оценки возможности использования отвердителей № 1 и №2 в составе связующего УП-2217 были проведены исследования технологических свойств связующего, а также прочностных и упругих характеристик органокомпозита на их основе.

Исследование отвердителей (№ 1, № 2) проводилось по следующим направлениям:

- входной контроль;
- оценка совместимости с эпоксидной композицией в процессе изготовления связующего УП-2217;
- оценка технологичности связующего с отвердителями № 1 и № 2;
- исследование характеристик однонаправленного композита на основе связующего УП-2217 и жгута Армос®-550(10).

Результаты входного контроля приведены в таблице 1.

Таблица 1  
Характеристики отвердителей

Показатели	Требования НТД к Диамет Х	Отвердитель № 1	Отвердитель № 2	Импортный аналог Диамет Х
1. Массовая доля воды, %, не более	0,35	0,05	0,07	0,12
2. Массовая доля нерастворимых в ацетоне примесей, %, не более	0,1	0,15	0,11	0,06
3. Цветность ацетонового раствора, не более	0,2	0,085	0,02	0,03

Результаты входного контроля свидетельствуют о том, что показатели опытных партии отвердителя № 1 и отвердителя № 2 в основном соответствуют требованиям НТД на Диамет Х, за исключением показателя «массовая доля нерастворимых в ацетоне примесей» и сопоставимы с показателями используемого в настоящее время материала-аналога.

Исследуемые материалы обладают удовлетворительной совместимостью с эпоксидной композицией для приготовления связующего УП-2217, внешний вид связующего УП-2217 с исследуемыми отвердителями (однородный раствор темно-бордового цвета без посторонних включений и включений нерастворенного отвердителя) соответствует требованиям ОСТ 92-0957-74.

Для оценки технологичности связующего УП-2217 с опытными отвердителями (№ 1, № 2) были проведены работы по определению кинетики нарастания вязкости связующего в течение гарантийного срока годности. Согласно ОСТ 92-0957-74 срок хранения связующего УП-2217 при температуре (0-5) °С составляет не более 3 суток.

Замеры вязкости связующего проводились вискозиметром ВЗ-246 с диаметром сопла 6 мм при температуре  $(60\pm 5)$  °С. Согласно опыту работы, нарастание вязкости связующего для «мокрой» намотки в течение смены должно составлять 10-20 с, при начальной вязкости не более 35 с.

В таблице № 2, приведены результаты замеров вязкости связующего УП-2217 с отвердителем № 1 (ОАО «НИИХИМПОЛИМЕР»), в таблице 3 – замеры вязкости связующего с УП-2217 с опытным отвердителем № 2 (АО «ГНИИХТЭОС», в таблице № 4 – замеры вязкости связующего УП-2217 с импортным аналогом Диамет Х, в таблице № 5 – замеры вязкости связующего УП-2217 с отвердителем Диамет Х (ОАО «Бератон»).

Таблица 2

Результаты замеров вязкости связующего УП-2217 с отвердителем № 1(ОАО «НИИХИМПОЛИМЕР») при температуре  $(60\pm 5)$  °С

1 сутки	Время замеров, час							
	8:30	9:30	10:30	11:30	12:30	13:30	14:30	15:30
Вязкость, с	18	18	20	22	30	32	34	37
2 сутки	Время замеров, час							
	8:30	9:30	10:30	11:30	12:30	13:30	14:30	15:30
Вязкость, с	18	18	19	21	21	24	26	34
3 сутки	Время замеров, час							
	8:30	9:30	10:30	11:30	12:30	13:30	14:30	15:30
Вязкость, с	20	20	21	21	22	27	27	27

Таблица 3

Результаты замеров вязкости связующего УП-2217 с отвердителем № 2 (АО «ГНИИХТЭОС») при температуре  $(60\pm 5)$  °С

1 сутки	Время замеров, час					
	8:30	9:30	10:30	11:30	12:30	13:30
Вязкость, с	23	34	35	40	42	44
2 сутки	Время замеров, час					
	8:30	9:30	10:30	11:30	12:30	13:30
Вязкость, с	25	27	28	31	32	45
3 сутки	Время замеров, час					
	8:30	9:30	10:30	11:30	12:30	13:30
Вязкость, с	25	35	36	38	40	44

Таблица 4

Результаты замеров вязкости связующего УП-2217 с импортным аналогом Диамет Х при температуре  $(60\pm 5)$  °С

1 сутки	Время замеров, час						
	8:30	9:30	10:30	11:30	12:30	13:30	14:30
Вязкость, с	21	24	29	35	41	50	62
2 сутки	Время замеров, час						
	8:30	9:30	10:30	11:30	12:30	13:30	14:30
Вязкость, с	24	26	31	35	44	52	64
3 сутки	Время замеров, час						
	8:30	9:30	10:30	11:30	12:30	13:30	14:30
Вязкость, с	35	42	45	56	–	–	–

Таблица 5

Результаты замеров вязкости связующего УП-2217 с Диамет-Х производства ОАО «Бератон» при температуре (60±5) °С

1 сутки	Время замеров, час						
Вязкость, с	8:30	9:30	10:30	11:30	12:30	13:30	14:30
	21	24	26	27	30	41	43
2 сутки	Время замеров, час						
Вязкость, с	8:30	9:30	10:30	11:30	12:30	13:30	14:30
	27	28	29	40	43	45	50
3 сутки	Время замеров, час						
Вязкость, с	8:30	9:30	10:30	11:30	12:30	13:30	14:30
	30,5	31	35	43	50	60	–

По результатам исследования установлено, что жизнеспособность связующего УП-2217 с отвердителем № 1 превышает жизнеспособность связующего УП-2217 с импортным аналогом Диамет Х, с Диамет Х (ОАО «Бератон»), с отвердителем № 2 (АО «ГНИИХТЭОС») и составляет 7 часов (связующего с импортным отвердителем – 4 часа, связующего с импортным аналогом Диамет Х – 5 часов, связующего с отвердителем № 2- 5 часов), что позволит увеличить время намотки слоев органопластика с применением каждой порции связующего.

Для оценки характеристик органопластика на основе связующего УП-2217 с отвердителями № 1 и № 2 изготовлены однонаправленные кольцевые (Ø 150 мм) образцы на основе жгутов Армос®-550(10).

Характеристики однонаправленного композита приведены в таблице 6.

Таблица 6

Характеристики однонаправленного композита

Наименование показателей	Результаты испытаний				
	Требования КД	УП-2217 с отвердителем № 1	УП-2217 с отвердителем № 2	УП-2217 с импортным аналогом Диамет Х	УП-2217 с Диамет Х (ОАО Бератон)
Разрушающее напряжение при растяжении, МПа, не менее	2374	$\frac{2550 \div 274}{6}$ 2717	$\frac{2597 \div 280}{5}$ 2698	$\frac{2549 \div 2745}{2716}$	$\frac{2530 \div 2745}{2716}$
Модуль упругости при растяжении, ГПа, не менее	103	$\frac{115,4 \div 124}{9}$ 120,3	$\frac{113,1 \div 127}{6}$ 120,2	$\frac{116,7 \div 120,1}{119,3}$	$\frac{117,6 \div 122,5}{119,3}$
Реализованная нагрузка, Н	1391	$\frac{1412 \div 151}{0}$ 1461	$\frac{1402 \div 148}{0}$ 1441	$\frac{1421 \div 1548}{1470}$	$\frac{1430 \div 1558}{1470}$

Примечание: испытания для каждого материала проводились на десяти образцах согласно ОСТ 92-1473-78.

Полученные при изготовлении кольцевых образцов результаты свидетельствуют о том, что связующее УП-2217 с отвердителями № 1 и № 2 обладает достаточной пропитывающей способностью и удовлетворительной адгезией к органоволокну, тем самым обеспечивая в однонаправленном композите характеристики на одном уровне с характеристиками органопластика на основе связующего с отвердителем Диамет Х (ОАО «Бератон») и импортным аналогом отвердителя Диамет Х.

Дополнительно, в процессе исследования свойств органопластика на основе связующего УП-2217 с отвердителями № 1 и № 2, определен коэффициент жаростойкости, характеризующий сохранение прочности материала при температуре 150 °С. Значение полученной характеристики составляет 0,87, что сопоставимо с результатами, полученными для органопластиков на основе жгута Армос®-550(10) пропитанного УП-2217 с импортным отвердителем» и Армос®-550(10) пропитанного УП-2217 с Диамет-Х производства ОАО «Бератон».

Положительные результаты исследования позволяют сделать предварительный вывод о возможности использования в составе связующего УП-2217 для изготовления органопластика силовой оболочки отвердителей производства ОАО «НИИХИМПОЛИМЕР» (г. Тамбов) и АО «ГНИИХТЭОС» (г. Москва).

### **Список литературы**

1. Г.И. Шайдурова *Влияние структурных особенностей арамидных волокон на физико-механические характеристики органопластиков* / Г.И. Шайдурова, А.Ю. Лузенин, Ю.Г. Лузенин / XII Всероссийская научно-техническая конференция «Аэрокосмическая техника, высокие технологии и инновации». - 2009. - С. 43-44.

2. Е.Б. Тростянская *Пластики конструкционного назначения* / Е.Б. Тростянская // «Химия», 1974.

3. Г.И. Шайдурова *Физико-механические характеристики органопластика с применением отверждающих агентов импортного и отечественного производства* / Г.И. Шайдурова, Лузенин Ю.Г., Глумова М.В., Лобковский Д.С. // *Вопросы оборонной техники*. - 2014. - Вып.1(174). - С. 40-43.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ЗАЩИТНЫХ КАСОК НА ПРОИЗВОДСТВЕ И ПРЕМУЩЕСТВА ВНЕДРЕНИЯ «УМНЫХ КАСОК» В РОССИИ**

А.Е. Коряков, Ю.А. Алимпиева  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Рассмотрены вопросы применения защитных касок на различных производствах и их классификация. Приводятся основные параметры и преимущества использования на производстве новейшей разработки «Умная каска».

Защитные каски являются одним из самых распространенных средств спасения от удара и предназначены для защиты головы работающего. В зависимости от устройства касок они способны защитить человека от следующих факторов:

- ушиба головой о неподвижный объект на рабочем месте;
- воздействия падающих объектов, принимая удар не себя и отклоняя его от головы;
- открытого пламени и высокой температуры;
- брызг расплавленного металла;
- поражения электрическим током.

Защитные каски должны предотвращать проникновение постороннего предмета, поглощать кинетическую энергию, выдерживать воздействие воды и быть по возможности негорючей.

В случаях опасности поражения электротоком или высокой температурой должны применяться специальные каски, гарантированно способные выдержать такого рода воздействия. В случае необходимости они должны быть оборудованы дополнительными устройствами (щитками) для предотвращения боковых ударов и поражения лица и глаз.

**Защитные каски общего назначения** используются во множестве промышленных областях, сельскохозяйственной, строительной отрасли, во время бытовых работ и пр. и предназначены в основном для защиты от падения на голову предметов или ударов о жесткие объекты. Главной особенностью такого рода касок является ударопрочный материал изготовления.

**Защитные каски специального назначения** различаются между собой как конструкцией, так и материалом изготовления. Каждая каска определенного вида имеет свой набор характеристик в зависимости от вида работ, для которого она предназначена.

**Защитные каски шахтерские** предназначены для подземных и наземных работ в горнодобывающей промышленности. Отличительная особенность шахтерской защитной каски – наличие в корпусе крепления (держателя) для головного светильника. Каски изготавливаются из легкого прочного материала, а наличие дополнительных ребер жесткости повышает их ударопрочность. Такие каски надежно защищают голову от механических ударов, воздействия электрического тока, а также от попадания на голову воды и пыли. Также, шахтерские каски имеют возможность дополнительной комплектации защитным щитком, наушниками, очками и подшлемником.

**Защитные пожарные каски** предназначены для надежной защиты от механических ударов, агрессивных химических веществ, термического воздействия, а также от воды и пыли. Они изготавливаются из термостойкого материала, обладающего огнестойкими и электроизоляционными свойствами. Такого рода каски покрывают большую часть головы, а также имеют сзади козырек для дополнительной защиты шеи. Каски пожарные комплектуются защитным лицевым щитком, выполненным из прозрачного термостойкого и ударопрочного материала, а также термостойким и водостойким воротником (пелериной), защищающим шею и затылок. Дополнительно пожарные каски



также могут иметь крепление для фонарика, люминесцентное покрытие или прочие сигнальные элементы для работы в зоне плохой видимости.

**Защитные термостойкие каски** – применяются в металлургической, сварочной, литейной отраслях, в условиях повышенных температур и надежно защищают голову рабочего от термического воздействия, воздействия электрического тока, брызг раскаленного металла и пр.

Материал изготовления такого рода касок – термостойкий пластик с диэлектрическими свойствами.

Особенности конструкции термостойких касок – это отсутствие вентиляционных отверстий и любых металлических элементов, а также наличие широких желобчатых полей, по которым скатываются раскаленные брызги. Многие модели также имеют крепления для дополнительного оснащения лицевыми щитками.

**Защитные кислото- и щелочестойкие каски** применяются в лабораториях, химических предприятиях и прочих работах, связанных с присутствием и возможностью воздействия агрессивных химических веществ.

**Системная разработка «Умная каска»** призвана обеспечить безопасность работников предприятия при помощи встроенных технологий контроля, работающих в реальном времени. Внедренные в защитное устройство датчики позволяют следить за следующими факторами:

- присутствием шлема на голове;
- осуществлением ударов о его поверхность;
- температурным режимом и местом дислокации носящего сотрудника.

Считываемая информация поступает на стационарные W-LAN-модемы, где ее может отследить оператор и, в случае необходимости, принять меры по оперативному устранению критической ситуации. Также каска может предупреждать о возникающих внешних угрозах:

- столкновение персонала с техникой;
- утечка газа;
- напряженность электромагнитного поля.

#### **Преимущества использования «Умных касок» на производстве:**

- реализация принципа «Предупреждение и профилактика, а не реагирование на последствия»;
- улучшение визуализации управления персоналом;
- повышение производительности и безопасности труда за счет выявления соответствия действий заданию, соблюдения режима труда и отдыха (суммируется история поведения для выявления нетипичных форм поведения сотрудника);
- снижение рисков производственного травматизма (контроль наличия СИЗ) и, соответственно, снижение страховых случаев и компенсационных выплат;
- ускорение и упрощение расследований производственных инцидентов;
- снижение прямых и косвенных убытков от остановки производства, обеспечение непрерывности производственного процесса;
- наличие развернутой ИТ-инфраструктуры, позволяющей реализовать концепцию «Цифрового предприятия» и др.

Также на «Умных касках» реализована обратная связь, позволяющая при необходимости постучать по устройству трижды и это воспринимается системой как сигнал SOS.

Рассмотрим каску защитную RFI-3 BIOT™ RAPID/Smart со встроенным электронным модулем контроля состояния защитного оборудования которая входит в состав программно-аппаратного комплекса «Умные каски» и предназначена для защиты головы работающих от механических повреждений, влаги, брызг агрессивных жидкостей, искр и брызг расплавленного металла, защиты от постоянного электрического тока напряжением до 1500 В, переменного тока до 1000 В. Размер встроенного микрокомпьютера 35x10x 45 мм, вес 40 грамм.



«Умная каска»

Основные технические данные и характеристики модуля:

- средняя наработка на сбой - 8760 часов;
- полный средний срок службы, лет, не менее 2лет;
- рабочий диапазон температур - от -35°C до +60°C;
- вес модуля - 60 г.

В каске находятся встроенные датчики:

- датчик объема инфракрасный (откалиброванный на определение наличия головы человека в каске);
- датчик температуры окружающего воздуха (погрешность измерений не хуже 0.5 град.);
- датчик удара/невесомости (совмещенный, погрешность измерений не хуже 0.1 g);
- датчик ориентации в пространстве (3 оси);
- датчик контроля уровня заряда.

Регистрируемые каской события:

- падение на голову работника посторонних предметов;
- падение самого работника/каска;
- температура в каске, в области головы работника.

Фиксируемые состояния изделия:

- каска надета на голову работника;

– каска снята с головы работника;  
– каска находится в состоянии покоя (снята и помещена на склад, снята и лежит около работника, находится на складе, снята по окончании рабочей смены).

Служебные сообщения:

– температура внутри каски (в положении: надета на голову работника);  
– уровень заряда аккумуляторной батареи.

Международная выставка БИОТ-2018, проходившая в Москве в декабре 2018 года показала, что средства охраны труда продолжают развиваться. Один из самых ярких примеров – разработка средства защиты в концепции smart PPE (этот термин можно перевести как «умные СИЗ», хотя чаще в отношении СИЗ точнее перевести слово smart, как «сообразительные, разумные»).

Свою разработку в концепции — «умные каски» — представил российский производитель ОАО «Суксунский оптико-механический завод», выпускающий СИЗ головы и лица под маркой РОСОМЗ.

### Список литературы

1. <https://softline.ru/digital-business/programmno-apparatnyj-kompleks-umnye-kaski>.
2. <https://getsiz.ru/rosomz-sozdal-umnye-kaski.html>.
3. <https://www.rosomz.ru/press-center/plant-news/?id=421>.
4. <https://peretok.ru/opinion/20487/>.

## ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ

Л.Э. Шейнкман, Г.Д. Поломошнов  
Тульский Государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация* В условиях современного производства неудовлетворительные условия труда, производственный травматизм и профессиональные заболевания несут обществу большие экономические затраты. Это диктует необходимость проводить профилактические мероприятия, направленные на снижение профессиональных рисков, связанных с воздействием на человека вредных и опасных производственных факторов. Одним из таких мероприятий является применение работниками средств индивидуальной защиты (СИЗ), которые в некоторых случаях могут быть единственным профилактическим мероприятием.

Проблема применения средств индивидуальной защиты для России в настоящее время чрезвычайно актуальна. Это объясняется тем, что постперестроечный рост объемов производства не превышает 4-7 % ежегодно, что позволяет современным работодателям лишь поддерживать на более-менее безаварийном уровне имеющееся технологическое оборудование. Модернизацию и обновление производства могут позволить себе единицы. В этих обстоятельствах, к сожалению, говорить о кардинальном улучшении

условий труда, которые как известно влияют на возникновение профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний, пока не приходится [1].

Единственной панацеей в данной ситуации остается использование средств индивидуальной защиты, с обращением взгляда в сторону более современных и эффективных СИЗ.

Под средствами индивидуальной защиты (далее СИЗ) понимают технические средства, используемые для предотвращения или уменьшения воздействия на работника вредных и (или) опасных производственных факторов, а также для защиты от загрязнения. Такое понятие дано в статье 209 Трудового кодекса РФ.

Средства индивидуальной защиты – это средства защиты персонала от физических, биологических и химических факторов окружающей среды. К ним относятся: перчатки, маски, очки, щитки, фартуки, нарукавники, обувь, спецодежда и др. Данное понятие отражено в Приложении 16 Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 18 мая 2010 г. № 58 «Об утверждении СанПиН 2.1.3.2630-10» Постановления Главного государственного санитарного врача РФ от 18.05.2010 № 58 «Об утверждении СанПиН 2.1.3.2630-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность» (вместе с «СанПиН 2.1.3.2630-10. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы...») (далее по тексту – СанПиН 2.1.3.2630-10) .

К средствам индивидуальной защиты относятся специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты (изолирующие костюмы, средства защиты органов дыхания, средства защиты рук, средства защиты головы, средства защиты лица, средства защиты органов слуха, средства защиты глаз, предохранительные приспособления и т.п.) [2].

Специальная обувь, специальная одежда и СИЗ выдаются бесплатно работникам, работающим во вредных условиях труда, а также на работах, производимых в особых температурных условиях и связанных с загрязнением по нормам, установленным типовыми отраслевыми нормативами.

«Права работника на получение СИЗ» Статья 219 Трудового кодекса РФ говорит о том, что каждый работник имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям охраны труда, в частности на обеспечение средствами индивидуальной защиты. Право на получение СИЗ имеют работники, занятые на работах с вредными и (или) опасными условиями труда. Наличие вредных или опасных условий труда с 2014 года устанавливается в результате проведения Специальная оценка условий труда.

Тем не менее, у средств индивидуальной защиты имеется определенная стоимость и качество, и работодателю, при обеспечении ими работников, приходится решать, что и почему приобрести.

Производители СИЗ предлагают все более широкий и изменяющийся ассортимент СИЗ, различающихся как по своим функциональным характеристикам, улучшающимся с использованием новых материалов, так и по эргономи-

ческим свойствам.

Как правило, приобретением СИЗ в организациях занимаются отделы материально-технического снабжения на основе перечней средств защиты, которые разрабатываются отделом охраны труда и руководителями структурных подразделений с учетом Типовых отраслевых норм.

Основная задача снабженцев – минимизировать текущие краткосрочные затраты при покупке СИЗ. Качество СИЗ оценивается в лучшем случае лишь наличием сертификата соответствия.

Вместе с тем, как показывает опыт и экономические расчеты – текущая дешевизна СИЗ не всегда выгоднее, чем покупка более дорогих, но и более качественных (эргономичных, с повышенными защитными свойствами и т.д.) средств безопасности.

С чем это связано? Во-первых, купленные по типовой номенклатуре СИЗ часто не в полной мере соответствуют конкретным условиям труда, действующим на рабочем месте опасным и вредным производственным факторам. Это происходит потому, что используемые традиционные СИЗ были разработаны еще в эпоху социализма и не могли учесть все возможные свойства постоянно синтезирующихся новых веществ и изменяющихся технологических процессов. С другой стороны, новые СИЗ, учитывающие новые обстоятельства, оказываются дороже, что естественно, но неприемлемо для многих покупателей.

Во-вторых, купленные традиционно СИЗ часто имеют низкие потребительские качества, далеки от соответствия элементарным эргономическим требованиям (неудобны для длительного повседневного применения и требуют сложный уход). К производству таких СИЗ часто ведет погоня за прибылью, «выживание», или просто крайне низкий технологический уровень многих производителей СИЗ [3].

В условиях низкой технологической культуры и трудовой дисциплины, снижения производительности при применении СИЗ, общего скептического отношения к средствам индивидуальной защиты в России, многих работников, для которых были куплены и которым были выданы дешевые СИЗ, попросту не используют их (со всеми вытекающими последствиями).

Минимизация затрат на обеспечение работников СИЗ, в условиях их формального наличия, приводит к тому, что выделенные работодателем финансовые средства не используются по своему целевому назначению, так как купленные дешевые СИЗ не обеспечивают того минимума защиты, который могут обеспечить современные СИЗ в силу своих свойств.

Кроме того, дешевые СИЗ имеют, как правило, еще и небольшой эксплуатационный ресурс, что приводит к фактическому перерасходу финансовых средств на их частое возобновление.

Встречаются и случаи другой крайности – приобретение дорогих высокоэффективных средств защиты, многократно («с запасом») превосходящих по своим свойствам требуемый уровень защиты от конкретных загрязнений и опасностей производственной среды.

Как же найти «золотую середину» при покупке СИЗ? Вопросы оценки экономической эффективности использования СИЗ всегда интересовали экономистов. Как правило, предлагаемые научные расчеты предполагают вычисление доходов от предотвращенного ущерба и сложны в применении.

Вместе с тем современному предпринимателю в настоящее время необходимы инструментарии, которые без особых сложностей могли бы позволить сделать расчеты применения современных СИЗ и сэкономить на этом.

Подобные инструментарии уже встречаются в нынешней литературе. Они основаны на подсчете расходов и их минимизации на текущем временном периоде.

Расходы на использование СИЗ состоят из суммы платежей за все партии СИЗ в течение года и расчетной стоимости затрат на их эксплуатацию: стирку, сушку, хранение, выдачу и т.п.

Ясно, что сама по себе стоимость СИЗ не характеризует еще суммарных затрат. Последние зависят и от срока носки (использования) и от величины затрат на эксплуатацию.

Расчеты экономической эффективности на предприятиях ведутся с учетом временного периода (квартал, полугодие, год, являющийся основным), на интервале которого сопоставляются расходы и доходы [4].

Заметим, что с позиции технической эффективности для любого технически годного СИЗ важен срок его использования. Этот срок (время использования) является простейшей важнейшей характеристикой СИЗ. Для его количественной характеристики (для совокупности однотипных СИЗ, используемых в разных условиях) введено понятие «время полуизноса», определяемое временем, за которое половина партии купленных СИЗ утратит свои потребительские свойства (не обязательно защитные просто станут непригодны для использования, например, из-за усадки при стирке, потере внешнего вида и т.п.). Это техническая характеристика.

### Список литературы

1. *lektsii.com*

2. *Бабочкин И.А. Причины и обстоятельства нарушений правил безопасности в процессе труда и меры профилактики // Безопасность труда в промышленности. – 2003. – № 3.*

3. *Воробьев И. За некачественные СИЗ прощения быть не может // Охрана труда. Средства защиты. – 2002. – № 1.*

4. *Родин В.Е. Научно-технические основы разработки средств индивидуальной защиты от основных видов производственного травматизма: Диссертация на соискание учёной степени доктора технических наук. – М., 2009.*

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ

М.В. Жучкова, Н.Н. Афанасьева  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье выполнен анализ понятия «средства индивидуальной защиты», рассмотрены последствия неудовлетворительной защиты работающих.

Безопасность труда – одна из составляющих здоровья и долголетия человека. Обеспечение безопасности труда, сохранение нормального функционального состояния человека, его работоспособности – основное назначение средств индивидуальной защиты (далее СИЗ) независимо от специфики и условий труда тех профессиональных групп, для которых они предназначены. Средства индивидуальной защиты являются одной из мер предупреждения неблагоприятного воздействия опасных и вредных производственных факторов на работающих. Их обеспечение надежными СИЗ способствует повышению уровня безопасности труда, снижению производственного травматизма и профессиональной заболеваемости, повышению производительности [1].

К сожалению, на сегодняшний день на предприятиях в России безопасности труда зачастую уделяется незначительное внимание. Предприятия не спешат тратить средства на закупку качественных средств индивидуальной защиты. В то же время не все осознают, что дорогое средство защиты может быть напрямую более выгодно для закупки с точки зрения затрат денежных средств за какой-то определенно взятый период. Более того, не каждый задумывается о стоимости неудовлетворительной защиты рабочих. Про низкую мотивацию к труду, текучесть кадров, недоверие компании, плохую репутацию организации – не приходится даже говорить. А все эти последствия в итоге могут привести к определенным «затратам».

Под стоимостью неудовлетворительной защиты, или ее отсутствия, понимаются более конкретные примеры [2]:

- Оплата больничных;
- Выплаты, связанные с постоянной потерей трудоспособности;
- Возможные судебные издержки;
- Страховые выплаты.

Минимизация затрат на обеспечение работников СИЗ, в условиях их формального наличия, приводит к тому, что выделенные работодателем финансовые средства не используются по своему целевому назначению, так как купленные дешевые СИЗ не обеспечивают того минимума защиты, который могут обеспечить современные СИЗ в силу своих свойств. Около 15 % всех травм со смертельным исходом происходит из-за отсутствия, неприменения или технического несовершенства средств индивидуальной защиты (СИЗ). Более 14 % острых профессиональных отравлений происходит из-за неприменения СИЗ.

Встречаются и случаи другой крайности – приобретение дорогих высокоэффективных средств защиты, многократно («с запасом») превосходящих по своим свойствам требуемый уровень защиты от конкретных загрязнений и опасностей производственной среды.

Как же найти «золотую середину» при покупке СИЗ? В рыночной экономике производители и поставщики должны иметь возможность предложить конкретному потребителю такие СИЗ, которые позволят обеспечить технические (обеспечение безопасности работников) и экономические (оптимизация затрат) интересы покупателя как экономически самостоятельного субъекта хозяйственной деятельности.

Для оценки проектируемых СИЗ и возможности их применения используется комплексный подход, учитывающий множество характеристик СИЗ, которые должны отвечать определенным группам требований. Требования выражаются в наличии определенных характеристик СИЗ, поэтому все оцениваемые показатели разделены на следующие группы качества: назначение, надежность, эргономичность, эстетичность, безопасность, экологичность, технологичность, экономное использование материалов и энергии, транспортабельность, стандартизация и унификация, патентно-правовая группа. К каждой группе предъявлены определенные требования (таблица) [3].

Группы качества и требования к СИЗ

Группы качества	Требования к СИЗ
Пригодность для использования (потребительские свойства)	
Назначение	Функциональная и техническая эффективность в снижении уровня производственного фактора
Надежность	Безотказность, долговечность, ремонтпригодность
Эргономичность	Соответствие физиологическим, психологическим и антропометрическим особенностям человека; обеспечение соблюдения гигиенических нормативов
Эстетичность	Информационная выразительность, рациональность формы, целостность композиции, совершенство исполнения
Техническое совершенство и экономичность	
Безопасность	Отсутствие вредных и опасных факторов, создаваемых СИЗ, за счет использования безопасных для здоровья человека материалов
Экологичность	Степень загрязнения окружающей среды
Технологичность	Минимизация затрат при производстве, эксплуатации, восстановлении
Экономное использование материалов и энергии	Экономичность и низкое энергопотребление
Транспортабельность	Приспособленность к транспортировке
Стандартизация и унификация	Насыщенность стандартизированными и унифицированными частями и деталями
Патентно-правовая	Использование новых технических решений и их патентная защита

Производители СИЗ предлагают все более широкий и изменяющийся ассортимент СИЗ, различающихся как по своим функциональным характеристикам, улучшающимся с использованием новых материалов, так и по эргономическим



свойствам.

Вместе с тем современному предпринимателю в настоящее время необходимы инструментарии, которые без особых сложностей могли бы позволить сделать расчеты применения современных СИЗ и сэкономить на этом. Такие инструментарии основаны на подсчете расходов и их минимизации на текущем временном периоде.

Если рассматривать прямую выгоду приобретения качественных СИЗ, то данный вопрос можно рассмотреть на примере замены противопылевого респиратора «Лепесток» на респираторы компании 3М.

Респиратор 9322 защищает от аэрозолей размерами от 0,2 мкм и поэтому эффективен для защиты от мелкодисперсной пыли. По данным лабораторных испытаний для респиратора 9322:

- Коэффициент проникания через СИЗОД (учитывающий качество фильтра и прилегание респиратора к лицу) составляет 1,7 % по аэрозоли 0,28-0,34 мкм (для сравнения, один только подсос по области обтюрации у респиратора Лепесток достигает 10 %);

- Благодаря качественно новому уникальному фильтру достигнуто низкое сопротивление дыханию при высоких защитных показателях, а высокоэффективный клапан выдоха позволяет избежать образования и накопления влаги и тепла под респиратором. Перечисленные факторы делают респиратор в высшей степени комфортным при использовании рабочими.

Средний срок службы респиратора по результатам испытаний составляет 8 смен. Удельная стоимость использования респиратора 9322 в смену для одного рабочего составляет:  $83:8=10,37$  рублей.

При применении нескольких штук респираторов Лепесток (2-3 штуки) в смену и при применении респиратора «Лепесток» на производстве не по назначению (расход «Лепестка» сверх надобности – вытирают грязные руки, прочее использование не по назначению), экономическая эффективность использования респиратора 9322 по сравнению с использованием респираторов «Лепесток» становится более актуальной.

Также, респиратор 9322 может применяться при повышенных и пониженных температурах (температурный интервал от  $-30$  до  $+70$ ), при повышенной влажности, в искроопасной среде, – там, где ГОСТом 12.4.191-99 использование респираторов типа ФП («Лепесток», «Кама») ограничено.

Однако не только средства защиты органов дыхания можно обосновать экономически. У компании 3М есть средства индивидуальной защиты органов слуха, которые очень выгодны для применения с точки зрения экономии. Это беруши модели 1271. Все предыдущие модели из вспененного полиуретана являются одноразовыми, и служат до того момента, когда при сминании они прекращают восстанавливать свою форму. Когда мы говорим о берушах 1271 – мы говорим о сроке службы не менее года. При стоимости одной пары 65 рублей, это колоссальный срок службы. При этом беруши имеют шнурок и индивидуальный контейнер, что облегчает их хранение [4].

В настоящее время и в нашей стране, и во всем мире постоянно совершенствуются технологии, появляются новые средства индивидуальной защиты с целью сохранения жизни и здоровья работников. Для примера, за

последние несколько лет объем закупаемых СИЗ в России вырос до 100 миллиардов рублей. Важно не только закупать средства индивидуальной защиты, но также постоянно проводить обучение, объяснять, для чего они нужны, от чего защищают, как их использовать. Это первоочередная задача, которую надо постоянно решать работодателям, иначе эффект от вложения десятков, сотен и миллионов рублей в закупку средств индивидуальной защиты будет минимален. С применением качественных СИЗ сокращаются непроизводительные затраты (оплата больничных, пособий и т.д.), увеличиваются количественные и качественные показатели (растет производительность, выработка, уменьшается себестоимость), в конечном итоге люди чувствуют о себе заботу со стороны работодателей.

Покупателю (работодателю) в данных обстоятельствах необходимо правильно принимать экономические решения, учитывая и то, что даже если текущие расчеты показали равенство относительного коэффициента прежних и новых СИЗ, то возможно защитные и эргономические свойства новых СИЗ позволят повысить производительность труда и принесут соответствующие экономические выгоды.

### Список литературы

1. *Разработка рекомендаций по усовершенствованию системы обеспечения работников средствами индивидуальной защиты.* – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://studbooks.net/1530066/bzhd/vvedenie>

2. *Экономическая эффективность использования современных средств индивидуальной защиты.* – [Электронный ресурс]– Режим доступа: <https://www.bestreferat.ru/referat-316002.html>

3. *И.П.Семёнов, И.А.Кураш, В.П.Филонов, методические рекомендации: Средства индивидуальной защиты и санитарно-бытовое обеспечение работающих, Минск БГМУ 2017, стр.11*

4. *Экономическая эффективность использования современных средств индивидуальной защиты.* – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://mirznanii.com/a/262825/ekonomicheskaya-effektivnost-ispolzovaniya-sovremennykh-sredstv-individualnoy-zashchity>

## РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАМКАХ РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИИ БОЛЕЕ ЧИСТОГО ПРОИЗВОДСТВА

Л.В. Жучкова, Н.Н. Афанасьева  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье выполнен анализ понятия «ресурсосбережения», выявлены проблемы в области ресурсосбережения, рассмотрены основные направления и пути сбережения ресурсов, приведены преимущества использования ресурсосберегающих технологий.

Проблема экономии энергоресурсов возникла во второй половине прошлого столетия. Бездумное расходование природных ресурсов: угля, нефти, газа, вырубка лесов (использование древесины как сырья для промышленности), постоянно возрастающее потребление энергии – все это население планеты расходует на свои бытовые нужды, а бурно развивающаяся промышленность – на технические. Сегодня как никогда встает вопрос об экономии энергоресурсов и рациональном их использовании в условиях экологизации производства.

Анализ затрат материальных ресурсов позволяет выявить следующие проблемы в области ресурсосбережения:

1. При добыче полезных ископаемых их извлечение из недр осуществляется не полностью, а при первичной обработке солидный перечень ценных попутных элементов уходит в отвалы или в воздух (попутные газы нефти);

2. Слабо используются ресурсосберегающие технологии;

3. Практически не работает система сбора и утилизации отходов ресурсов, а производственная база для их переработки отсутствует;

4. Не решаются вопросы первичной переработки сырья при поставке на экспорт (круглый лес, сырая нефть, рыба и морепродукты и др.);

5. За годы перестройки разрушена старая система учёта и контроля за расходом материальных ресурсов, а создание новой структуры идёт очень медленно, в том числе и по причине отсутствия необходимой аппаратуры для контроля и достаточно высокой стоимости средств контроля.

В последние годы к решению этих вопросов начали подходить на научной основе – комплексно и всеобъемлюще. Экологизация производства нацелена на предотвращение отрицательного воздействия производственных процессов на природную среду путем ограничения и снижения природоемкости производства путем создания технологически совершенного, высокоэффективного и чистого производства [1].

В этом случае все большую актуальность приобретают вопросы разработки и внедрения ресурсосберегающих (малоотходных) технологий, аппаратов и оборудования, дающих на выходе минимум вредных выбросов.

Ресурсосберегающая технология предполагает, что производство и реализация конечных продуктов выполняются с минимальным расходом вещества и энергии на всех стадиях ресурсного цикла. При этом необходимо минимизировать воздействие на природные системы и организм человека. Здесь же выдвигается требование полного учета расходов первичных компонентов природы на всех промежуточных этапах их переработки, транспортировки, хранения, отнесенных на единицу производимой продукции [2]. Основные направления и пути ресурсосбережения представлены в таблице.

## Направления и пути ресурсосбережения

Направление	Путь
Внедрение ресурсосберегающих технологий	Безотходная технология; малоотходная технология; новая техника; повышение выхода продукции; снижение ресурсоемкости; удлинение срока службы продукции
Комплексное использование природных ресурсов	Одни и те же ресурсы могут использоваться несколькими отраслями хозяйства. Так, сократить расход щебенки для производства строительных материалов можно заменой шлаком и золой от ТЭС (разумеется, при контроле их возможной радиоактивности). Попутный газ, теряемый при добыче нефти, может быть сырьем для химической промышленности. Из медных руд можно извлекать еще не менее 20 полезных элементов (серу, цинк, золото, серебро, молибден и т.д.).
Использование вторичных ресурсов.	Подразумевает повторное использование отходов в качестве сырья или источника энергии в целях ресурсо- и энергосбережения. Реутилизация – один из обязательных элементов модели общества устойчивого развития. Возможны различные варианты реутилизации, начиная от многократного использования молочных бутылок и наваривания новых протекторов на автопокрышки и до сложной переработки вторичных ресурсов – лома черных и цветных металлов, битого стекла, макулатуры и т.д.
Новые методы добычи сырья и новые виды энергии	Новые методы добычи сырья благодаря техническому прогрессу должны сокращать количество сырья и материалов для производства единицы продукции, должны совершенствовать технологические процессы производства, когда одни виды сырья заменяются другими и в целом влияют на сокращение потребности в сырье для производства единицы продукции.

Из основных принципов создания малоотходных и ресурсосберегающих технологий можно выделить следующие:

- комплексная переработка сырья, т.е. максимальное извлечение продуктов; сокращение энергетических затрат, например, использование каталитических процессов, применение оборудования и технологий с наименьшим энергопотреблением;

- оборотные системы водоснабжения, т.е. минимальное использование природной воды. Обратное водоснабжение на промышленных предприятиях с каждым годом становится все более востребованным. Большая часть современных предприятий является активными потребителями водных ресурсов. Чтобы сэкономить чистую воду, владельцы предприятий часто отдают предпочтение прогрессивному способу водоснабжения, подразумевающему многократное использование этого ресурса. Воду в зависимости от характера технологического процесса очищают, а затем подогревают или охлаждают, чтобы использовать повторно. В некоторых случаях очистка не требуется, в других вода загрязняется уже после первого использования. Но уровень очистки в современных системах настолько высок, что можно использовать даже сточные воды после их предварительной биологической обработки и фильтрации.

- внедрение новых технологических процессов получения материалов с наименьшим воздействием на окружающую среду. Экологизация технологических процессов предусматривает, в частности, создание непрерывных технологий производства, замену местных котельных установок на централизованное тепло, предварительное очищение топлива и сырья от вредных примесей, замену угля и мазута на природный газ, применение гидрообеспыливания, перевод на электропривод компрессоров, свабойных агрегатов, насосов и др.

- внедрение технологических процессов переработки отходов с целью извлечения ценных продуктов и вторичного использования. К примеру, вторичное использование бумаги способствует снижению уровня загрязнения окружающей среды. При производстве бумаги в окружающую среду попадают высокотоксичные вещества, а при использовании переработанной бумаги применяется меньшее количество химических опасных веществ. Кроме того, при вторичном использовании бумажных отходов экономится часть древесных ресурсов;

- рациональное размещение промышленных предприятий, например, как правило, их следует размещать на территории промышленных зон (районов) в составе групп предприятий (промышленных узлов) с общими вспомогательными производствами или объектами инфраструктуры [3].

Ресурсосберегающие технологии позволяют:

1) Снизить или предотвратить размер ущерба, наносимого окружающей среде выбросом отходов. Например, утилизация жидких и твердых хлорсодержащих отходов металлургической переработки титансодержащих концентратов позволяет на 45 % снизить выброс хлора в окружающую среду. Уменьшить площади земель, занятых отвалами, накопителями, свалками отходов.

2) Уменьшить загрязнение окружающей среды от переработки первичного сырья, «компенсирующего» неиспользование вторичных материальных ресурсов, содержащихся в отходах, а также тепла, содержащегося во вторичных энергетических ресурсах (ВЭР). Так, улавливание и утилизация диоксида серы на различных металлургических и химических предприятиях не только уменьшает загрязнение окружающей среды серосодержащими газами, но при этом позволяет сократить добычу серы. Очень важна максимально полная утилизация полимерных отходов, поскольку она дает возможность не только уменьшить расход нефти и газа на их синтез, но и снижает нагрузку на окружающую среду, так как в атмосферных условиях полимеры разлагаются очень медленно.

3) Снизить термическое загрязнение окружающей среды.

4) Сократить выбросы в окружающую среду при производстве продукции из вторичных ресурсов по сравнению с первичным сырьем (за счет исключения из технологической цепочки ряда звеньев). При переплавке 1 т металлолома загрязнение атмосферного воздуха уменьшается на 86 %, использование воды – на 76 %, объем твердых отходов сокращается на 57 %; при производстве картона

или бумаги из макулатуры загрязнение атмосферы уменьшается на 37 %, воды – на 25-44 %.

5) Сократить количество топлива, сжигаемого на электростанциях, в котельных, в промышленных печах, и соответственно уменьшить объемы загрязнений, связанных как с продуктами сгорания сэкономленного эквивалентного количества топлива, так и с его добычей, подготовкой и транспортировкой [4].

Таким образом, разумное использование (при постоянном сокращении потребления и потерь) энергии и ресурсов, вторичное использование невозобновимых природных ресурсов, недопущение превышения порога экологической устойчивости окружающей среды, являющиеся основой ресурсосбережения, должны стать одним из основных приоритетов развития современного производства с его масштабностью и темпами роста.

### Список литературы

1. Вишняков Я.Д. Эффективность экологизации деятельности промышленного предприятия / Я.Д. Вишняков, А.Л. Новоселов, И.Ю. Новоселова // *Консультант директора*. 2001. №9(141). – С. 32–36.

2. [https://ozlib.com/876757/tehnika/ekologizatsiya\\_proizvodstva\\_resursosberazhenie](https://ozlib.com/876757/tehnika/ekologizatsiya_proizvodstva_resursosberazhenie)

3. [https://studopedia.ru/7\\_41655\\_resursosberegayushchie-i-maloothodnie-tehnologii.html](https://studopedia.ru/7_41655_resursosberegayushchie-i-maloothodnie-tehnologii.html)

4. <https://ztbo.ru/o-tbo/lit/pererabotka-promishlennix-otxodov/resursosberegayushie-technologicheskie-processi>

## ПЛАНИРОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОХРАНЕ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ

К.Д. Супаташвили, Н.Н. Афанасьевой  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* С целью снижения травматизма и несчастных случаев на производстве на каждом предприятии должна проводиться работа по планированию мероприятий по охране труда. Трудовым законодательством предусмотрена ежегодная реализация мероприятий по улучшению условий и охраны труда и снижению уровней профессиональных рисков. Постановлением Министерства труда разработаны мероприятия, которые являются обязательными для исполнения. Реализация мероприятий по охране труда позволит работодателю повысить экономическую эффективность производства и конкурентоспособность предприятия.

На современном этапе развития техники и технологии производства охрана труда на предприятии является одним из важнейших приоритетов по защите человека от опасностей и вредных факторов, формируемых конкретной деятельностью предприятия или организации.

В условиях производства комплексную систему защиты работников от несчастных случаев и профессиональных заболеваний составляют мероприятия по охране труда, которые можно определить как совокупность действий правового, социального, экономического, организационного, технического, гигиенического, лечебного, профилактического и профессионального реабилитационного характера, направленных на выполнение нормативных требований безопасности и гигиены труда в целях обеспечения безопасности жизни, сохранения здоровья и работоспособности работников в процессе трудовой деятельности [5].

Процесс планирования мероприятий по охране труда должен проходить ежегодно. Этот механизм представляет собой организационный управленческий процесс, осуществляемый с целью обеспечения безопасных условий труда работников на основе эффективного использования средств, выделяемых на улучшение условий и охраны труда.

Планирование работ по охране труда осуществляют на основе: перспективных комплексных планов (программ) улучшения условий охраны труда и санитарно-оздоровительных мероприятий, являющихся составной частью программ (если они есть) развития предприятия; текущих (годовых) планов мероприятий по охране труда, включаемых в соглашения по охране труда коллективного договора; оперативных (квартальных, месячных) планов по подразделениям (например, по цехам и участкам). Помимо мероприятий по охране труда коллективного договора и соглашения по охране труда разрабатываются: ежемесячные планы работы по охране труда в подразделении; планы мероприятий работодателя по снижению производственного травматизма, профзаболеваний на производстве.

На предприятии должны разрабатываться следующие планы по охране труда в соответствии с Постановлением Минтруда и социального развития № 11 от 27.02.95г. «Рекомендации по планированию мероприятий по охране труда»:

- годовой план мероприятий по охране труда, предусмотренных коллективным договором,
- целевые (разовые) планы мероприятий по улучшению условий труда по отдельным цехам (участкам).

Целевые (разовые) планы отдельных цехов (отделов) по улучшению условий труда и планы профилактических мероприятий должны разрабатываться и утверждаться руководителями производств и соответствующих подразделений [4].

В отдельных случаях целевые планы профилактических мероприятий на уровне предприятия утверждаются руководством предприятия и согласовываются с председателем профсоюзного комитета.

Мероприятия по улучшению условий труда, охраны труда и санитарно-оздоровительного состояния рабочих мест являются составной частью плана (программы) экономического и социального развития предприятия, обеспечиваются необходимыми материально-техническими и финансовыми ресурсами, включаются в коллективный договор в соответствии с

Постановлением Департамента охраны труда Минтруда РФ № 3-13 от 01.05.96г. «Рекомендации по разработке программ по улучшению условий и охраны труда в организациях».

Коллективный договор заключается на конференции представителей трудового коллектива предприятия и представителей работодателя на срок не более трех лет.

Коллективный договор – правовой акт, регулирующий социально-трудовые отношения на предприятии и заключаемый работниками и работодателем в лице их представителей. Коллективный договор является документом, отражающим рост уровня условий труда по сравнению с достигнутым на предприятии в прошедшем году [2].

Мероприятия для включения в коллективный договор разрабатываются на основе производственного плана на предстоящий год, сметы профсоюзного бюджета, анализа причин несчастных случаев, профессиональных заболеваний на предприятии за предыдущий год, общего состояния условий труда.

В коллективный договор должны вноситься мероприятия только такие, выполнение которых улучшает условия труда.

Процесс планирования должен включать:

- оценку рисков и выработку мероприятий по их предотвращению;
- разработку плана действий руководства предприятия и определение мер, необходимых для его контроля;
- определение потребностей в учебе и инструктаже по охране труда;
- обеспечение гарантий того, что необходимые знания в области охраны труда на предприятии имеются [3].

Мероприятия, включаемые в упомянутые выше планы, должны иметь соответствующую проектно-конструкторскую и технологическую документацию, а также быть обеспечены материальными и техническими ресурсами.

Планирование работ по промышленной безопасности и охране труда на предприятии предусматривает:

- работы по строительству, реконструкции, техническому перевооружению и планово-предупредительному ремонту действующих производств и оборудования с целью повышения их безопасности и противоаварийной устойчивости, улучшения условий труда;
- освидетельствование и испытание сосудов, работающих под давлением, грузоподъемных машин и механизмов, приспособлений к грузоподъемным механизмам, электрических защитных средств и т. п.;
- своевременное выполнение условий, касающихся охраны труда, действия лицензий на осуществляемые виды деятельности;
- своевременное выполнение мероприятий, предусмотренных целевыми программами и соглашениями по охране труда;
- проведение проверок соблюдения правил выполнения работ повышенной опасности (наличие наряда-допуска, разрешения);
- своевременное и качественное обучение (в т.ч. повышение квалификации работников), проведение проверок знаний;



- организацию проверки знаний по охране труда у председателей и членов постоянно действующих экзаменационных комиссий;
- своевременное поступление и выдачу средств индивидуальной защиты [1].

При планировании работ по охране труда и промышленной безопасности необходимо учитывать рекомендуемый перечень типовых мероприятий по промышленной безопасности и охране труда [2].

Пример организации планирования мероприятий по охране труда приведен в таблице.

План мероприятий по улучшению и оздоровлению условий труда в АО «АК «Туламашзавод» на 2018 г

Цех 2	Заменить ванны с электролитом на электрохимических станках ЭХС-1 инв. №15250, 15989, выполнить ремонт пола, освещение, заменить трубопровод на участке хим. обработки.	Улучшение условий труда	Выполнено, улучшены условия труда для 15 работников
	Оборудовать системой местной вытяжной вентиляции ванны с раствором соли, расположенные на участке электрохимической обработки.	Снижение уровня вредных веществ в воздухе рабочей зоны электрохим-обработчиков.	Выполнено, улучшены условия труда для 3-х работников
Цех 3	Произвести реконструкцию дождевальнoй камеры на участке окраски.	Снижение уровня вредных веществ в воздухе рабочей зоны маляров	Выполнено, улучшены условия труда для 12 работников

Таким образом, планирование мероприятий по охране труда направлено на предупреждение несчастных случаев на производстве, профессиональных заболеваний, улучшение условий труда и санитарно-бытового обеспечения работников предприятия или организации. Не вызывает сомнений, что к оценке мероприятий по охране труда необходим экономический подход, но работодателям не следует забывать, что забота по сохранению жизни и здоровья работников не может ограничиваться только соображениями экономической эффективности.

### Список литературы

1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 г. № 197-ФЗ // *Собрание законодательства РФ*. – 2002.
2. Конституция Российской Федерации. – М.: Проспект, 1999. – 48 с.
3. Гражданский кодекс Российской Федерации. – М. Проспект, 1999. – 850 с.
4. Федеральный закон «Об основах охраны труда в Российской Федерации» от 17 июля 1999 г. № 181-ФЗ // *Собрание законодательства РФ*. – 1999.
5. Арустамова Э.А. *Безопасность жизнедеятельности* М., 2000. – 678 с.

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА НАРУШЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ ПО ОХРАНЕ ТРУДА

Н.Ю. Чеботаев, Н.Н. Афанасьева  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В данной статье представлена экономическая ответственность за нарушение требований по охране труда, приведены примеры нарушений требований законодательства по охране труда.

За последнее десятилетие в сфере управления охраной труда произошли позитивные изменения. Впервые в России в 1993 г. был принят закон об охране труда, переутвержденный в новой редакции в 1999 г. как Федеральный закон «Об основах охраны труда в РФ». Основная часть этого закона вошла в раздел «Охрана труда» Трудового кодекса РФ. В 1998 г. принят Федеральный закон «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». Для реализации положений принятых федеральных законов разработан и утвержден целый ряд нормативных правовых актов и методических рекомендаций. Таким образом, вновь создана правовая база, соответствующая происшедшим изменениям в хозяйственном механизме страны. Одновременно была проделана большая организационная работа по созданию управлений (отделов) охраны труда в органах исполнительной власти по труду в субъектах РФ, укреплению и воссозданию служб охраны труда на предприятиях, по проведению обучения и переподготовки специалистов по охране труда и др. Принятые меры позволили стабилизировать производственный травматизм.

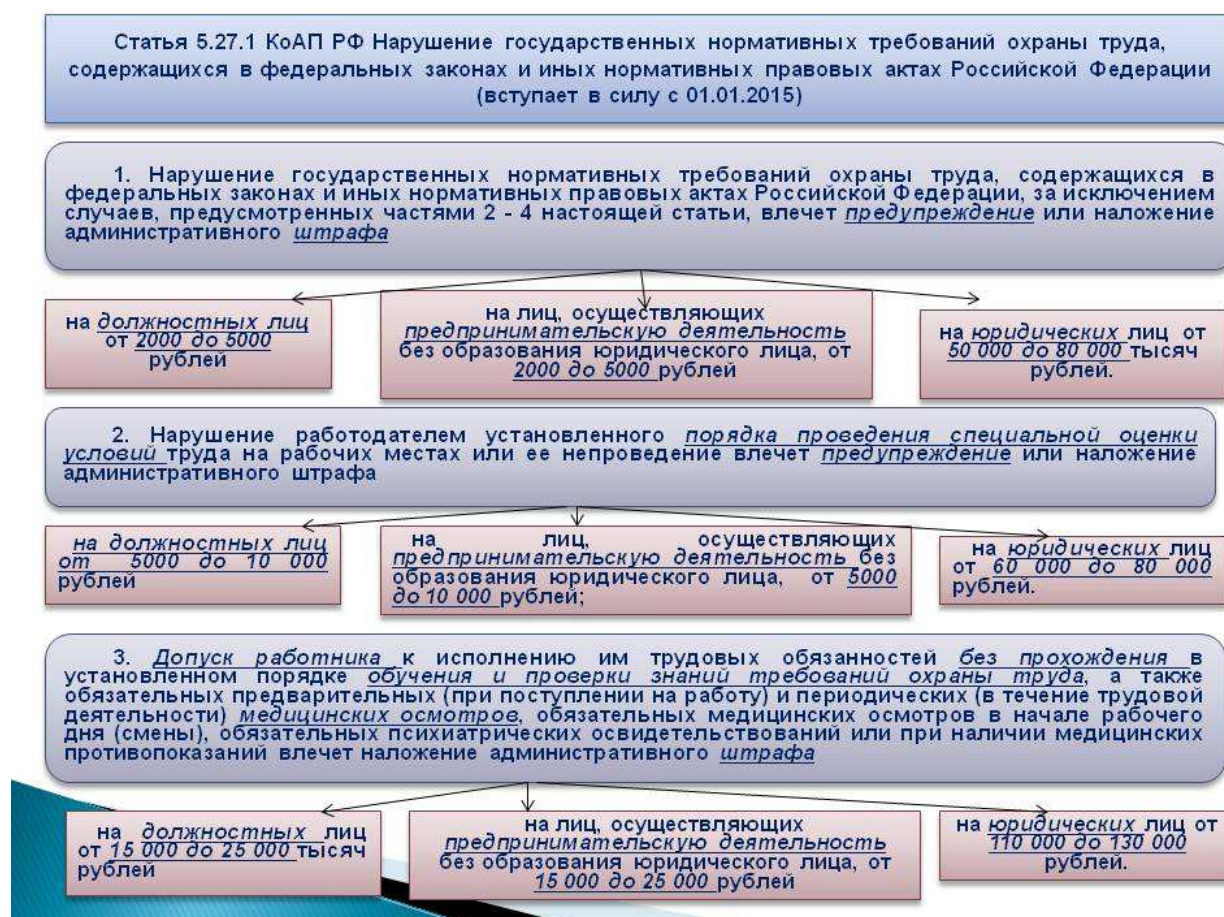
Среди причин, обуславливающих возникновение несчастных случаев, заметную роль играют конструктивные недостатки, несовершенство и недостаточная надежность машин, механизмов, оборудование, несовершенство и нарушение технологического процесса; неудовлетворительное состояние зданий, сооружений. Статистика, проанализированная в исследовании, свидетельствует, что по этим причинам происходит, по крайней мере, 10-20 % несчастных случаев на производстве и 80-90 % профессиональных заболеваний [1]. Однако, на сегодняшний день, не смотря на внедрение новых, более современных и безопасных для человека технологий, остается много отраслей, где травматизм являет собой значительную проблему. Таким образом, можно сказать, что Уровень производственного травматизма в России сегодня в первую очередь определяется технологическим уровнем производства. Кроме того, статистические данные, сильно отличаются от региона к региону по уровню регистрируемости этого показателя.

Процесс предупреждения производственного травматизма, является весьма важной производственной задачей, неразрывно связан с постоянным совершенствованием системы учета и анализа причин несчастных случаев на производстве.

За нарушения законодательства о труде и охране труда виновные несут

дисциплинарную, административную и уголовную ответственность. Эта ответственность прописана в Трудовом кодексе РФ, Уголовном кодексе Российской Федерации и в Кодексе Российской Федерации об административных правонарушениях.

Административная ответственность за нарушение законодательства об охране труда определена в Кодексе РФ об административных правонарушениях (от 30 декабря 2001 г. № 195-ФЗ). В статье 5.27 указано, что нарушение законодательства о труде и об охране труда влечет наложение административного штрафа на должностных и юридических лиц в размере указанном на схеме в соответствии со ст. 5.27.1 КоАП РФ. Нарушение законодательства о труде и об охране труда лицом, ранее подвергнутым административному наказанию за аналогичные административные правонарушения, влечет дисквалификацию на срок от одного года до трех лет.



Суммы штрафов за нарушение требований охраны труда [2]

Однако имеется основание полагать, что узаконенные требования останутся невыполненными по тем же причинам, по которым они и прежде оставались благими пожеланиями. Во-первых, отсутствует экономическая заинтересованность работодателей в улучшении условий и охраны труда на основе технического перевооружения. Последняя причина, в основном, связана с низкой стоимостью рабочей силы. Издержки работодателя на рабочую силу, включающие предоставление компенсаций, выплаты по возмещению вреда,

причиненного работнику при исполнении им трудовых обязанностей, страховые взносы и штрафы, меньше, чем затраты на приобретение и внедрение новой техники и технологии, сокращающей компенсационные затраты, социальные страховые взносы и т.п.

Невыдача спецодежды, не проведение инструктажа по охране труда, технике безопасности, несоблюдение техники безопасности при проведении работ и прочие действия/бездействие работодателя однозначно квалифицируются как нарушения охраны труда. Точно также не вызывают сомнений и явные нарушения техники безопасности при проведении работ самим работником (работа с токопроводящими материалами без изолирующей одежды и обуви, работа на высоте без страховочных тросов и пр.). Но в некоторых случаях правильная квалификация определенных действий/бездействия работодателя и работника весьма затруднительна. И нередко судебное решение по трудовому спору, связанному с нарушением правил охраны труда, вызывает вопросы, как у работника, так и у работодателя. Рассмотрим несколько таких случаев.

Представим, что рядом со зданием работодателя ведется строительство другого здания. Работник, проходя мимо стройки в рабочее время, получил травму. Причиной несчастного случая послужило нарушение требований техники безопасности должностных лиц строительной организации. Однако работодатель также был признан виновным в нарушении требований охраны труда.

Нарушение состояло в том, что работодатель был признан виновным в нарушении требований охраны труда, так как своевременно не провел инструктаж и не информировал работников о риске повреждения здоровья при движении рядом со стройплощадкой сторонней организации.

В последствие у работодателя возникает риск выплаты компенсаций, установленных ст. 184 ТК РФ, а также компенсации морального вреда работнику. Помимо этого, работодатель может быть привлечен к административной ответственности по ст. 5.27 КоАП РФ.

В ситуации, изложенной в примере, речь идет о несчастном случае на производстве. Он подлежит расследованию, так как работник получил травму «в течение рабочего времени на территории работодателя либо в ином месте выполнения работы, в том числе во время установленных перерывов, а также в течение времени, необходимого для приведения в порядок орудий производства и одежды, выполнения других предусмотренных правилами внутреннего трудового распорядка действий перед началом и после окончания работы.» (ст. 227 ТК РФ) [3].

Если подробно рассматривать вопрос о нарушениях требований охраны труда, то можно привести в пример ОАО «Челябинский металлургический комбинат», который является крупным производителем металлопроката. Государственная инспекция труда в Челябинской области оштрафовала данное предприятие более чем на 14 млн рублей за нарушения трудового законодательства. Кроме того, были отстранены от работы 128 руководителей и специалистов

ЧМК.

Как пояснили в ведомстве для контроля исполнения ранее выданного предписания, а также в связи с произошедшим несчастным случаем с тяжелым исходом в апреле-мае 2015 года на предприятии были проведены две проверки соблюдения трудового законодательства.

В ходе проверок было установлено, что руководители и специалисты прокатного цеха №3 и цеха подготовки шихты не прошли обязательное обучение по охране труда и проверку знаний требований охраны труда [4].

Соотношение между относительно низкими издержками работодателя на рабочую силу и высокой стоимостью капиталоемких мероприятий делает неперспективными какие-либо частные меры по экономическому стимулированию деятельности предприятий по улучшению условий труда, поскольку, вероятнее всего, эти меры существенно не затронут экономические интересы предприятия и минимально отразятся на конечном результирующем показателе предпринимательской деятельности – показателе доходности.

Во-вторых, причиной, препятствующей введению экономических методов управления в сфере охраны труда, в том числе методов, заинтересовывающих работодателей в улучшении условий труда на основе технического перевооружения, являются сохранившиеся со времен плановой экономики административные методы управления, в том числе централизованно устанавливаемые списки и перечни профессий и видов работ, дающих право на предоставление компенсаций за работу в неблагоприятных условиях труда.

В-третьих, очень несовершенен механизм надзора и контроля и недостаточны меры, принуждающие к выполнению нормативных требований охраны труда. Существующие в настоящее время законодательные нормы ответственности всех участников хозяйственной деятельности за выполнение требований охраны труда, крайне недостаточны. Они прописаны в Трудовом кодексе РФ (дисциплинарная ответственность), Кодексе административных правонарушений РФ (административная ответственность), Уголовном кодексе РФ (уголовная ответственность), Гражданском кодексе РФ (гражданско-правовые нормы). Имеются нормы, относящиеся к требованиям охраны труда, в других законах, например, в федеральных законах «О сертификации продукции и услуг», «Об инвестиционной деятельности в РФ, осуществляемой в форме капитальных вложений».

Преодоление вышеуказанных требований возможно только при условии признания на государственном уровне улучшение условий и охраны труда как задачи государственного и общенационального уровня. Вынесение на государственный уровень приоритетной задачи сохранения жизни и здоровья работающих будет основой для совершенствования законодательства по повышению ответственности всех участников хозяйственной деятельности за выполнение требований охраны труда.

### **Список литературы**

1. *Экономическая ответственность за нарушение требований охраны труда.* – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.dissercat.com/content/ekonomicheskaya-otvetstvennost-za-narushenie-trebovanii-okhrany-truda>.

2. *Изменения в трудовом законодательстве в связи с ведением специальной оценки условий труда - [Электронный ресурс]- Режим доступа: <http://900igr.net/prezentacija/ekonomika/izmenenija-v-trudovom-zakonodatelstve-v-svjazi-s-vvedeniem-spetsialnoj-otsenke-uslovij-truda-204479/statja-5.27-36.html>.*

3. *Частные случаи квалификации действий как нарушение охраны труда. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://yandex.ru/turbo?text=https%3A%2F%2Fhr-portal.ru%2Farticle%2Fchastnye-sluchai-kvalifikacii-deystviy-kak-narushenie-ohrany-truda>.*

4. *Челябинский меткомбинат «Мечела» оштрафован на 14 млн рублей за нарушения норм охраны труда. - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.interfax.ru/russia/445894>.*

## **ПУТИ РЕШЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ПРОБЛЕМ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ТРУДА**

Л.В. Кашинцева, И.В. Леонова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

***Аннотация.** В статье приведены основные современные проблемы в сфере охраны труда. Описаны изменения в области управления охраны труда, внесенные нормативно-правовую базу в последние годы. Предложен способ решения данных проблем с помощью автоматизированной системы тщательного и достоверного мониторинга функционирования системы охраны труда на предприятии.*

Проблема нормативно-правового регулирования в сфере охраны труда работников занимает одно из важнейших мест в трудовом законодательстве РФ. Осуществление трудовой деятельности невозможно без реализации мероприятий, связанных с созданием таких условий, которые характеризовали бы полную защищенность работников, их жизни и здоровья. Отсутствие действенных механизмов правовой защиты здоровья работников в производственных условиях и эффективных методов контроля и надзора приводит не только к увеличению случаев сокрытия информации о неблагоприятных условиях труда и риска для здоровья работающих, но и к допуску работников к профессиональной деятельности без учета или вопреки медицинским показаниям. Согласно статье 212 Трудового Кодекса РФ обеспечение безопасных условий труда является обязанностью работодателя.

В настоящее время одной из главных проблем управления охраной труда является принцип реагирования на страховые случаи, а не их профилактика: фиксируются и компенсируются результаты ошибок и просчетов в системах охраны труда, а именно несчастные случаи и профессиональные заболевания, а причины их возникновения фактически не предупреждаются; механизм управления охраной труда построен на базе компенсационных мероприятий при наступлении несчастных случаев [1].

Спецоценка является не чем иным, как формальным мероприятием, осно-

вная цель которого – максимальное снижение «на бумаге» количество работников, занятых во вредных условиях труда для уменьшения выплат работникам и в ФСС. Оценка профессиональных рисков так же выполняется поверхностно и для галочки.

Основные проблемы в сфере охраны труда:

1. Отсутствие стройной системы нормативного правового регулирования в сфере охраны труда на основе единых требований к обеспечению сохранения здоровья и безопасности на производстве;

2. Недостаточная эффективность системы медицинского профилактического обслуживания работников, направленной на профилактику профессионально-обусловленных и профессиональных заболеваний;

3. Соккрытие огромного количества производственных травм и профессиональных заболеваний, что приводит к недостоверной статистике и невозможности учета всех случившихся неблагоприятных событий [1];

4. Отсутствие стимулирования работодателей к реальному улучшению условий труда, внедрению новых безопасных технологий и промышленного оборудования, которые направлены на сокращение рабочих мест с вредными или опасными для здоровья условиями труда;

5. Некомпетентность работодателей и работников, в том числе в части практических навыков безопасной организации работ;

6. Низкая информированность работников и работодателей в сфере охраны труда.

Для решения основных проблем в 2019 году в Законодательство РФ по охране труда были внесены некоторые изменения:

- распоряжением Правительства РФ от 26.04.2019 № 833-р был утвержден комплекс мер по стимулированию работодателей и работников к улучшению условий труда и сохранению здоровья;

- приказом Роструда от 21.03.2019 № 77 утверждены Методические рекомендации по проверке создания и обеспечения функционирования системы управления охраной труда;

- с помощью автоматизированных проверок выявляются предприятия, которые не провели СОУТ (специальную оценку условий труда);

- с 2019 г. СОУТ обязательна для всех организаций, в том числе для малых предприятий;

- с 2019 г. отменена поэтапная возможность осуществления СОУТ поэтапно;

- утвержден ряд новых правил по охране труда для новых видов работ;

Таким образом, законодательная база РФ по охране труда признана повысить экономическую заинтересованность работодателей в проведении мероприятий по улучшению условий и охраны труда. Однако нормы в сфере охраны труда, не являются совершенными. В них наблюдаются значительные пробелы, которые проявляются, в частности, в отсутствии единой методологии по оценке профессиональных рисков, в неточном определении некоторых терминов, в отсутствии личной материальной ответственности работодателя за

нарушения требований по охране труда. Не в полной мере учитывается и социально-психологическая составляющая при выявлении вредных и опасных производственных факторов. Эти и другие важные моменты тормозят реформирование системы в сфере охраны труда.

Решению данных проблем, на наш взгляд, помог бы Пилотный Проект тщательного и достоверного мониторинга функционирования системы охраны труда на предприятии. Данный проект должен быть реализован на нескольких крупных промышленных предприятиях одной отрасли для возможности сравнения и с целью получения достоверных данных о численности работников, занятых во вредных условиях труда, о причинах и количестве травм, общей, профессионально-обусловленной и профессиональной заболеваемости и пр. Данный проект должен иметь государственную поддержку в течение нескольких лет (не менее 3-х), тщательно контролироваться, но не облагаться штрафными санкциями, со стороны контролирующих органов и Фонда обязательного социального страхования от несчастных случаев и профессиональных заболеваний на производстве.

В рамках Проекта, для повышения достоверности информации о параметрах производственной среды, о состоянии оборудования, об условиях и процессе труда, о состоянии средств защиты, о состоянии здоровья работников и пр., возможно использование специальных автоматизированных устройств мониторинга, способных отслеживать уровень влияния вредных и опасных факторов, обрабатывать и объединять в систему полученные данные, а так же своевременно уведомлять о любых отклонениях от нормальных показателей не только работающего, но и необходимые службы предприятия [2, 3].

Данное устройство мониторинга позволит осуществлять объективный и тщательный контроль, как параметров производственной среды и трудового процесса, так и здоровья работников. Использование подобного автоматизированного устройства поможет не только отслеживать уровни психологического и физического напряжения работника, фиксировать все без исключения аварийные ситуации и травмы, представлять информацию о параметрах окружающей трудовой среды, о состоянии оборудования, параметрах здоровья работника на рабочем месте, но и своевременно представлять работнику и работодателю рекомендации о мероприятиях, проведение которых необходимо для обеспечения безопасности труда и здоровья. Персональное автоматизированное устройство мониторинга поможет, в значительной мере, снивелировать «человеческий фактор», и тем самым повысить объективность получаемой информации. Подобный автоматизированный подход позволит объективно контролировать параметры производственной среды, трудового процесса и здоровья работников на основе многолетней системы наблюдений, а в дальнейшем – поможет решить важнейшие вопросы социального страхования от несчастных случаев и профессиональных заболеваний и модернизации системы управления охраной труда в целом.



### Список литературы

1. Хадарцев А.А., Панарин В.М., Кашинцева Л.В., Маслова А.А., Митюшкина О.А. К проблеме оценки производственного травматизма в России // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание, 2019. - № 4. - С. 90-101.

2. Панарин В.М., Хромушин В.А., Маслова А.А., Кашинцева Л.В., Гришаков К.В., Паньшина М.В. Разработка интеллектуальной системы персонального мониторинга здоровья работников // Безопасность труда в промышленности, 2019. - № 10. - С. 28-34.

3. Панарин В.М., Маслова А.А., Гришаков К.В., Кашинцева Л.В. Дистанционный контроль параметров микроклимата рабочей зоны с коррекцией по температуре // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле, 2018. - № 3. - С. 61-73.

## ОПЛАТА ТРУДА В УСЛОВИЯХ, ОТКЛОНЯЮЩИХСЯ ОТ НОРМАЛЬНЫХ, НА ПРИМЕРЕ ПРЕДПРИЯТИЯ МЕТАЛЛООБРАБОТКИ

Ю.А. Алимпиева, Н.Н. Афанасьева  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Выполнен анализ опасных и вредных факторов при производстве различных металлоконструкций в цехе металлоконструкций на промышленном предприятии. Установлены потенциально возможные вредные и опасные производственные факторы для различных производственных процессов. Предложены мероприятия по предотвращению или уменьшению вредного воздействия опасных и вредных производственных факторов на работников занятых в изготовлении металлоконструкций. Рассмотрена оплата труда сварщика по разрядам.

Обеспечение безопасных и комфортных условий труда для работников, задействованных на металлообрабатывающих производствах, является важным и основополагающим элементом современного предприятия. Медленный темп снижения профессиональных заболеваний и производственного травматизма на таких производствах свидетельствует о необходимости дальнейшего совершенствования мер по созданию безопасных условий труда.

Благоприятные условия работы характерны далеко не для каждого вида профессий и должностей. Чтобы компенсировать неудобства работников, связанные с существенными отклонениями условий труда от нормальных, предусмотрены различные виды компенсаций [5].

Действующая редакция Трудового кодекса гарантирует, что за работу в условиях, отклоняющихся от нормальных, положена оплата в повышенном размере. Положения ТК РФ устанавливают минимальные размеры компенсационных доплат. Работодатели вправе увеличить суммы надбавок за труд с отклонениями от стандартных условий. Но уменьшить выплаты наниматели не вправе [2].

Размеры компенсационных надбавок за вредность должны определяться с учетом мнения представительного органа, например, профсоюза. Если же в учреждении его нет, то особые нормативы необходимо обозначить в трудовом договоре с работником.

Вредность или опасность конкретного производства должна быть подтверждена экспертным заключением. Ранее в роли экспертного заключения выступала аттестация рабочих мест. На смену ей пришел новый вид экспертизы – СОУТ (специальная оценка условий труда). Если по результатам СОУТ место работы конкретного специалиста отнесено к вредным или опасным, то необходимо установить компенсационную доплату.

Минимальный размер доплаты за вредность или опасность - 4 % от установленной тарифной ставки работника или его должностного оклада. Процент может быть увеличен по решению работодателя [1].

С 1 января 2014 г. вступила в силу новая статья 2.1 Закона № 212-ФЗ, в которой дополнительные страховые тарифы дифференцированы в зависимости от класса условий труда, определяемого по результатам СОУТ (табл. 1).

Таблица 1  
Тарифная ставка по классам условий труда

Класс условий труда	Подкласс условий труда	Дополнительный тариф страхового взноса
<b>Опасные</b>	4	8%
<b>Вредные</b>	3.4	7%
	3.3	6%
	3.2	4%
	3.1	2%
<b>Допустимые</b>	2	0%

Дополнительный тариф взносов в ПФР рассчитывается для каждого рабочего места, на котором установлены вредные или опасные условия труда. Чем больше в организации таких рабочих мест – тем выше сумма дополнительных отчислений.

В качестве примера рассмотрим одно из предприятий металлообработки Тульской области (рис. 1).



Рис.1. Предприятие металлообработки

Результаты специальной оценки условий труда на рабочих местах, проведенной в 2019 году показали, что условия труда в цехе металлоконструкций являются вредными. На основе полученных результатов определены следующие вредные и опасные факторы условий труда: пыль, шум, микроклимат, световая среда, тяжесть труда, напряженность труда [7].

При анализе технологического процесса изготовления металлоконструкций (рис. 2) могут иметь место следующие опасные ситуации:

- 1) острые отравления химическими веществами, содержащимися в красках, вследствие нарушения технологического процесса покраски металлоконструкций и сварочных работ, ведения процесса при отключенной или недостаточной вентиляции, выполнения работы без средств индивидуальной защиты органов дыхания;



Рис. 2. Рабочие участки предприятия

- 2) термические ожоги вследствие контакта с нагретыми частями и поверхностями оборудования и заготовок при отсутствии средств индивидуальной защиты у работающих;
- 3) механические травмы при эксплуатации оборудования без наличия защитных ограждений на движущихся и вращающихся частях оборудования, при плохой освещенности или захламленности рабочих мест, при нарушении правил промышленной безопасности, при отсутствии средств индивидуальной защиты, нарушении правил охраны труда при работах с сосудами под давлением (газовые баллоны);
- 4) поражение электрическим током при эксплуатации неисправного электрического оборудования, заземляющих устройств, нарушении изоляции электропроводки;
- 5) возникновение пожара вследствие несвоевременной чистки вытяжной вентиляции, нарушения техники безопасности при проведении сварочных и огневых работ.

Для снижения риска профессиональных заболеваний в данных производствах рекомендуется проводить следующие мероприятия:

- осуществлять постоянный контроль за освещенностью рабочих мест, не загромождать световые проемы; по мере загрязнения подвергать периодической чистке окна и светильники;
- постоянно контролировать работу общеобменной и местной вытяжной вентиляции;
- установить технологические перерывы.

**По данному производству рассмотрим оплату труда сварщика по разрядам.** Как и для любой другой работы для сварщиков действует своя система оплаты труда, которая регулируется ныне действующим законодательством (табл. 2). Это квалифицированный труд, который наносит вред здоровью, поэтому, при начислении зарплаты учитывается не только затраченное время, сложность работы, но и вредность, так как согласно все тому же законодательству, необходимо компенсировать подобные условия [3].

Таблица 2  
Заработная плата сварщика по разрядам

Разряд	Умения	Заработная плата
Сколько получает сварщик 1 разряда	Сварщик первого разряда должен уметь работать с газовым резаком и зажигать сварочную дугу.	Исходя из перечисленных требований, сварщики первого разряда на работу не берутся, так как таких умений недостаточно для выполнения поставленных задач на производстве.
Сколько получает сварщик 2 разряда	Проводить процедуры по свариванию вручную при помощи дуговой сварки в нижнем положении и в вертикальном. Наплавлять простые детали с небольшой ответственностью нагрузки. Производить прогревание перед свариванием. Создавать предварительную прихватку деталей для фиксации перед сваркой.	15-20 тысяч рублей
Сколько получает сварщик 3 разряда	Проводить процедуры по свариванию вручную при помощи дуговой сварки во всех пространственных положениях, кроме потолочного. Также здесь должно быть умение работы с цветными металлами и различными марками стали. Необходимо уметь проводить резку и строжку деталей любой сложности и во всех положениях. Производить наплавку деталей, которые изготовлены из различных марок металла.	20-30 тысяч рублей
Сколько получает сварщик 4 разряда	Здесь необходимы все умения, что есть в предыдущем разряде, а также добавляется сварка трубопроводов, сложных узлов деталей, конструкций и механизмов. При работе с обыкновенными заготовками и трубами должны быть навыки сварки во всех пространственных положениях без исключения. Резка должна проводиться на нескольких аппаратах во всех положениях. Сюда также включается резка судовых объектов на плаву. Необходимо уметь проводить воздушное строгание ответственных деталей из стали, чугуна, цветных металлов и их сплавов. Требуется знания чтения чертежей и умение по ним воспроизводить проект.	30-40 тысяч рублей

		Продолжение таблицы
Зарплата сварщика 5 разряда	Сварщик пятого разряда должен выполнять все нормативные виды сварки, резки и строжки. Он должен уметь создавать качественные швы практически во всех положениях и при любых условиях. Вне зависимости от толщины свариваемого металла. Также должна проводиться работа со всеми видам металлов и их сплавов. Необходимо уметь наплавлять сложные и ответственные детали в разнообразных механизмах, металлоконструкциях и их отдельных деталях.	40-50 тысяч рублей
Сколько получает сварщик 6 разряда	Сварщик шестого разряда должен уметь все то же, что и пятого, но также необходимо иметь более высокий опыт работы и навыки в сварке соединений, которые не поддаются нормативам. Таким образом, даже при отсутствии указаний на чертеже от инженера необходимо знать, как лучше всего сделать тот или иной шов.	От 50 тысяч рублей и выше

На основании проведенного исследования можно сделать выводы:

1. В исследуемой организации достаточно высокая эффективность контроля операций по оплате труда;
2. Все учетные операции реальны, оформлены надлежащим образом и не противоречат законодательству;
3. Соблюдение трудового законодательства в исследуемой организации на достаточно высоком уровне;
4. Ведутся все необходимые регистры по учету заработной платы и составляются все первичные документы.

### Список литературы

1. <https://hr-portal.ru/>
2. *Трудовой кодекс РФ.*
3. *Федеральный закон от 01.10.2003 № 127-ФЗ «О минимальном размере оплаты труда в Российской Федерации».*
4. *Комментарий к Трудовому кодексу Российской Федерации / М.О. Буянова, К.Н. Гусов [и др.]; под ред. К.Н. Гусова. - 6-е изд., перераб. и доп. - М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2007. - 896 с.*
5. *Панина А.Б. Трудовое право: Учебное пособие. - М.: ИНФРА-М, 2004. - 272 с. - (Профессиональное образование).*
6. *Руководство Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.*
7. *Энговатова В.В., Обозний В.С. Разработка мероприятий по улучшению условий труда термиста в ремонтных мастерских. Научные труды КубГТУ, 2017. - № 7. - С. 245-254.*

## Содержание

### ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Рябинина Н.В., Шайдурова Г.И., Шевяков Я.С. Высококремнеземистые конструкционные материалы и покрытия широкого спектра назначения.....	3
Богат А.Р., Колчева А.А., Проценко А.М. <i>Solidia cement</i> .....	6
Синельников С.С., Афанасьева Н.Н. Минимизация образования отходов производства и потребления для снижения негативного влияния хозяйственной деятельности человека на окружающую среду.....	8

### ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Мартынова Л.В. Продуктивность лугов долины средней Лены.....	11
Сюнёв В.С., Борматенков А.М. Об одной технологии рекультивации объектов размещения твердых коммунальных отходов с целью возделывания быстрорастущей древесины.....	15
Шулаев Н.С., Пряничникова В.В., Кадыров Р.Р., Быковский Н.А., Даминева Р.М. Особенности реализации электрохимического метода восстановления нефтезагрязненных почв.....	17
Олейник Е.А., Осипова А.Г. Градоэкологический потенциал прибрежных территорий в крупных городах.....	19
Котлярова Е.В., Борисова Д.А. Современные приемы озеленения урбанизированных территорий для создания экологически безопасной среды.....	21
Котлярова Е.В., Кудакова С.В. Экологические аспекты приспособления урбанизированной среды к изменениям климата.....	23
Афанасьева О.В., Усанова Н.П. Экогород как одно из современных направлений для устойчивого развития урбосистемы.....	25
Чибинёв Н.Н., Шумская И.Ю., Бондаренко Н.С. Способы повышения эффективности тушения пригородных степных пожаров.....	27
Чибинёв Н.Н., Андреева А.Н., Новикова Д.А. Влияние напольного покрытия на пожаробезопасность здания.....	31
Крупко А.Э. Экологический потенциал устойчивого развития ЦФО и ЦЧР....	35
Копылов В.В., Копылова М.Н., Есякова О.А. Достоинства и недостатки цементирования радиоактивных отходов.....	39
Алешин Д.С., Крашенинин А.Г., Реутов Д.С., Гаврилов А.С. Окислительный обжиг молибденового концентрата.....	43
Петрук Н.Н., Гюльмагомедова М.В. Морфологические изменения в печени при суперинвазионном описторхозе на поздних сроках инвазии (60-90-е сутки).....	50
Опутина И.П. Уровень загрязнения атмосферного воздуха в городе Магнитогорске и его связь с метеорологическими условиями.....	54
Заживихина Е.И., Маркова С.А., Заживихин Д.А. Биологическая роль ПАБК и ее соединений.....	58
Ковалев Р.А., Бурдова М.Г., Кораблина Д.А. Анализ процесса нитрификации сточных вод КОС города Тулы.....	60
Куркина М.В. Распределение свинца в почвах природных и урбанизированных экосистем.....	64

Коряков А.Е., Ендовицкая О.А. Основы мониторинга загрязнения атмосферного воздуха промышленно развитого региона.....	66
Коряков А.Е., Ендовицкая О.А. Анализ существующих моделей распространения вредных веществ в атмосфере.....	69
Коряков А.Е., Никитина И.В. Динамика образования отходов производства и потребления по Тульской области.....	71
Чекмазова И.С., Афанасьева Н.Н. Планирование и прогнозирование природопользования в организации.....	75
Ивлиева М.С., Афанасьева Н.Н. Основные направления международного сотрудничества Российской Федерации в природоохранной деятельности.....	79
Живогляд И.А., Афанасьева Н.Н. Система платного природопользования в Российской Федерации и ее эффективность.....	84

## **МЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Капитова И.Н., Романова Л.П., Толмачева Н.В., Маслова Ж.В., Воронова Г.В., Винокур Т.Ю. Влияние микроэлементов питьевой воды на развитие сахарного диабета.....	87
Колпакова Е.А., Васильчиков П.И., Василенко Е.А., Астраханцева И.В., Горшкова Е.Н., Новиков Д.В., Мохонов В.В. Экстраклеточная секреция белков различной природы, слитых с доменами OsmY.....	90
Буданова У.А., Лопатухина К.А., Себякин Ю.Л. Бивалентные ионизируемые липиды с разветвляющим звеном на основе аминокислот.....	92
Майко О.Ю., Тукенова Г.Б. Особенности лечения остеоартрита у больных пожилого возраста.....	94
Гусева М.К., Себякин Ю.Л. Синтез поливалентных амфифилов с разветвляющим звеном на три свободные карбоксильные группы, связанные с производными коротких диаминов.....	96
Бодрова Т.Г., Себякин Ю.Л., Буданова У.А. Синтез поливалентных амфифилов на основе динатриевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты.....	98
Дениева З.Г., Буданова У.А., Себякин Ю.Л. Новый керасоомобразующий липид в качестве липида-хелпера для повышения стабильности липосомальной транспортной системы.....	100
Шейнкман Л.Э., Фурсова Д.С. Энергетическое взаимодействие ЭМП с организмом человека.....	102

## **ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Бикмухаметова Д.Н., Миндубаева А.Р. Информационные технологии и открытые образовательные ресурсы в математическом образовании.....	106
Галыгина И.В., Галыгина Л.В. Задача как компонент системы обучения информатике в вузе.....	109
Кожина Л.Ф., Косырева И.В. Педагогические технологии при обучении химии.....	112
Яковлева Д.С. Образовательная платформа BlackBoard в курсе общей физики для математиков.....	115
Петрук Н.Н., Гюльмагомедова М.В. Использование ментальных карт в курсе морфологических дисциплин.....	117

Нашхоева М.Р. Блоггинг: типология и функциональный потенциал блогов....	119
Исхакова И.И. Становление и развитие Российской системы средне профессионального образования.....	122
Исхакова И.И., Масленникова В.Ш. Эффективность и качество преподавательской деятельности в профессиональной образовательной организации.....	125

### **ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Балыкина У.С., Кабанова И.А. Сравнительная оценка эффективности циклов воздушных холодильных машин.....	127
Януш О.В., Максимов Л.В., Яшкевич Е.А., Гусарова (Маркова) Т.С. Разработка термохромных сред для энергосберегающего светорегулирующего остекления.....	131
Ковалёва А.С., Кабанова И.А. Исследование эффективности использования эжекционных доводчиков.....	135

### **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Юленец Ю.П., Боровков В.А. Математическая модель процесса получения биодизельного топлива в микрореакторе непрерывного действия.....	139
Битюцкая А.С. Использование CRM-систем в мобильных приложениях.....	141
Терин Д.В., Кондратьева О.Ю., Кондратьева Е.В. Прогнозирование поведения нанокпозиционных материалов в АТК QuantumWise.....	143
Петухов П.Н., Юленец Ю.П. Алгоритм управления процессом высокочастотной сварки пластмасс.....	146
Цапаев А.А., Харитонов О.С., Бронская В.В., Володченко Т.В., Мусина Ф.А., Бальзамов Д.С., Игнашина Т.В. Нейросетевая модель процесса утилизации промышленных водных стоков.....	150
Панасенко Н.Д. Применение идентификации объектов на поверхности водоемов на основе данных дистанционного зондирования.....	152

### **ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Мешалкин В.П., Панарин В.М., Кочетов Н.М., Кочетов А.Н. Математическая модель парообразования сжиженных газов из аварийного пролива.....	154
Кульментьева Е.И., Прощекальников Д.В. Энергетическая эффективность очистки нефтяной скважины для различных растворителей.....	167
Галямов Р.Р. Модернизация системы управления процессом очистки питьевой воды.....	170
Калмыков Б.Ю., Митрясов Д.Г., Гамидер Ю.Б., Калмыков М.Б. Определение необходимой производственно-технической базы автотранспортного предприятия при лицензировании его деятельности.....	172
Симонов Б.М., Кондаков А.Я., Летунова Ф.Д., Бритков О.М. Формирование клеевых соединений в герметизируемых микроэлектронных изделиях.....	175
Валиева Е.Г., Фатхуллина А.И. Структура информационного сопровождения для управления качеством в производстве автокомпонентов по требованиям IATF 16949.....	177



Мугафина Л.И., Шарнина Г.С. Анализ влияния формирования ультрамелкозернистой структуры стали марки ШХ-15 на ее прочностные и пластические свойства с целью применения для изготовления труб и деталей трубопроводов.....	181
Лазарева Е.А., Гладышева О.А., Садчикова И.Н., Кизиева А.Н., Горочкун А.С. Аддитивные технологии для экологичного будущего.....	183
Мавлиханов Н.А., Шарнина Г.С. Совершенствование метода изготовления сферической крыши резервуара вертикального стального РВС-10000 м <sup>3</sup> с применением сварной балки.....	187
Чуриков Н.М., Шарнина Г.С. Разработка 3D-модели магнитного устройства для сбора металлической стружки, образующейся в полости трубопровода при врезке под давлением.....	189
Бритков О.М., Никитков И.М., Симонов Б.М. Технология формирования чувствительного элемента микромеханического акселерометра.....	193
Москаленко Л.В., Щекинова А.С. Разработка экспресс-метода определения оксидов азота в промышленных выбросах.....	196
Касьянов С.В., Фаттахова Г.Р. Информационное сопровождение для управления проектом подготовки производства нового автокомпонента.....	198
Каменских А.Б., Шайдурова Г.И. Способ защиты от коррозии сварных соединений углеродистых сталей.....	202
Лутфуллина Г.Г., Хайрутдинова Р.И., Петрова С.А. О возможности регулирования пенообразующей способности композиций ПАВ.....	207
Мусина Ф.А., Харитонов О.С., Рыкова К.В., Гизатулина Р.Р., Бронская В.В., Игнашина Т.В., Володченко Т.В. Расчет коэффициента теплоотдачи на поверхности вращающегося диска.....	209
Шайдурова Г.И., Ощепкова М.Ю., Лобковский Д.С., Глумова М.В. Аминные отверждающие агенты отечественного производства.....	211
Коряков А.Е., Алимбиева Ю.А. Применение защитных касок на производстве и преимущества внедрения «Умных касок» в России.....	215
Шейнкман Л.Э., Поломошнов Г.Д. Экономический аспект применения средств индивидуальной защиты.....	219
Жучкова М.В., Афанасьева Н.Н. Экономическая составляющая применения средств индивидуальной защиты.....	223
Жучкова Л.В., Афанасьева Н.Н. Ресурсосберегающие технологии в рамках реализации стратегии более чистого производства.....	226
Супаташвили К.Д., Афанасьевой Н.Н. Планирование мероприятий по охране труда на предприятиях.....	230
Чеботаев Н.Ю., Афанасьева Н.Н. Экономическая ответственность за нарушения требований по охране труда.....	234
Кашинцева Л.В., Леонова И.В. Пути решения современных проблем в области охраны труда.....	238
Алимбиева Ю.А., Афанасьева Н.Н. Оплата труда в условиях, отклоняющихся от нормальных, на примере предприятия металлообработки.....	241