

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

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

**ДОКЛАДЫ  
XXXIII МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ  
КОНФЕРЕНЦИИ**

Тула  
«Инновационные технологии»  
2023

УДК 61  
УДК 658.5  
УДК 67

ББК 91.9

**Приоритетные направления развития науки и технологий:**  
доклады XXXIII международной науч.-практич. конф.; под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Инновационные технологии, 2023. – 268 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.

***Рецензенты:***

*Вольхин Сергей Николаевич, доктор педагогических наук, профессор, ректор АНО ДПО «Академия профессионального развития»;*

*Рылеева Евгения Михайловна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры охраны труда и окружающей среды ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет».*

***Редакционная коллегия***

*Академик РАН В.П. Мешалкин; проф., д.т.н. В.М. Панарин; доц., д.т.н. А.А. Маслова; проф., д.т.н. Л.Э. Шейнкман, доц., к.т.н. А.Е. Коряков.*

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

ISBN 978-5-6048512-7-2

© Авторы докладов, 2023

© Издательство «Инновационные технологии», 2023

# ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

## МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ В АТМОСФЕРУ

В.В. Кудинова, А.А. Маслова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Машиностроительный комплекс ежегодно выбрасывает более 30 % промышленных вредных веществ в атмосферу от своих стационарных источников. При анализе выбросов можно обнаружить следующие вредные вещества: диоксид серы, оксид углерода, взвеси, оксид азота, фенол, сернистый ангидрид, свинец и другое. В данной работе рассмотрены методы очистки выбросов для уменьшения негативного воздействия вредных веществ на окружающую среду.

Объекты машиностроительного комплекса чаще всего размещаются в крупных индустриальных центрах. Для успешной деятельности предприятия нуждаются в обеспечении своих объектов топливно-энергетическими ресурсами, металлами, водными ресурсами, рабочей силой и транспортными сетями. Развитая инфраструктура крупных городов и наличие других сопутствующих производств позволяют предприятиям машиностроения получать для своего развития все нужные для производства ресурсы.

На настоящий момент для большинства промышленных предприятий очистка вентиляционных выбросов от вредных веществ является одним из основных мероприятий по защите воздушного бассейна. Благодаря очистке выбросов перед их поступлением в атмосферу предотвращается загрязнение атмосферного воздуха.

Одним из способов очистки является использование сырья, с меньшим содержанием вредных компонентов для окружающей среды. Данный способ сопровождается высокими затратами. Поэтому для предприятий выгоднее осуществлять очистку воздуха различными установками и фильтрами [1].

Основные методы очистки подразделяются на:

- сухая газоочистка (адсорбцию);
- мокрая газоочистка (абсорбция).

Метод сухой очистки основан на том, что воздушный поток проходит через слой пористых твердых веществ, которые обладают свойством связывать газообразные вещества.

Аппаратами сухой механической очистки запыленных газов (выбросов) являются пылеосадительные камеры, инерционные и ротационные пылеуловители, циклоны, вихревые пылеуловители, пористые фильтры [2,3].

Машиностроительные предприятия в большей степени выбрасывают в атмосферу пыли разного состава. Циклоны являются наиболее распространенными установками сухого пылеулавливания (рис.1).

Принцип работы заключается в оседании частиц под воздействием центробежных сил и сил тяжести. При вводе через тангенциальный патрубок

частицы отжимаются к внутренней стенке корпуса и, теряя скорость, выпадают в бункер, откуда выводятся через выход. Очищенный газ выводится через выхлопную трубу. Центробежный эффект сильнее проявляется у крупных частиц, поэтому циклоны предназначены для грубой механической очистки выбросов от крупной и тяжелой пыли, например, для улавливания золы, образующейся при сжигании топлива в котлах тепловых станций. В промышленности используют циклоны, рассчитанные на скорость потока от 5 до 20 м/с. Эффективность циклонов, составляет 0,98 для частиц размеров 30-40 мкм; 0,8 для частиц размеров 10 мкм; 0,6 для частиц размеров 4-5 мкм. Производительность циклонов лежит в диапазоне от нескольких сот до десятков тысяч кубометров в час.

Преимуществом циклонов являются простота конструкции, отсутствие движущихся частей и небольшие размеры. Недостатками являются затраты энергии на вращение потока и абразивный износ частей аппарата пылью.

Для большей эффективности используют несколько циклонов небольшого диаметра, собранные в секции батареи – батарейные циклоны. Циклоны соединяются между собой подводными патрубками и сборными камерами. Для нормальной работы циклона необходима герметичность бункера для исключения выноса пыли с потоком из-за подсоса наружного воздуха.

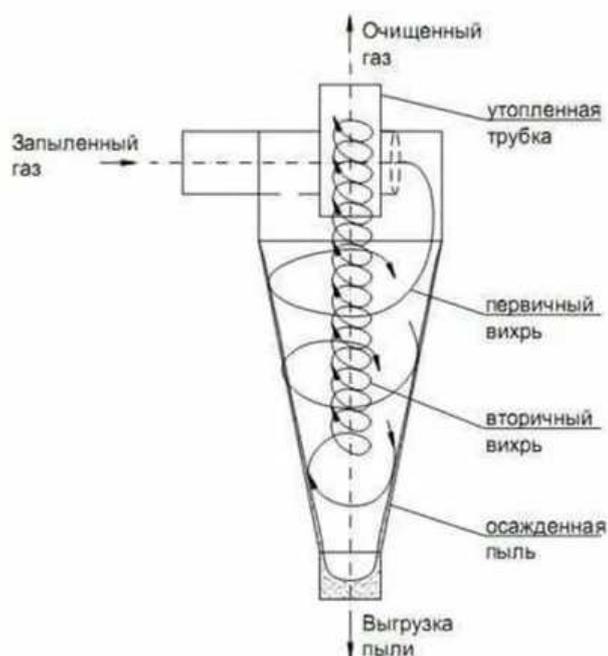


Рис.1. Схема Циклона

Наиболее подходящий метод для лакокрасочных цехов – мокрая газоочистка. При данном методе с помощью мокрых поглотителей газ очищается от многих вредных веществ и используется для улавливания взрывоопасной пыли.

Для окрасочной и сушильной камеры предлагается установить насадочный гидрофильтр (Рис. 2).

Гидрофильтр является аппаратом мокрой газоочистки, в котором очистка происходит путем абсорбции в водяной завесе.

Аппарат состоит из корпуса прямоугольного сечения с установленными в нем полуцилиндрами, образующими воздухопромывной канал, коллектором для подачи воды и дефлекторными пластинами. Для равномерного распределения скорости воздушного потока по сечению гидро-фильтра он снабжен поворотными заслонками, прикрепленные напротив друг друга на длинных сторонах гидро-фильтра с возможностью поворота вокруг осей, лежащих в одной плоскости. Пластины выполнены переменными по ширине, что позволяет получить по длине гидрфильтра щель переменного сечения, ширина которой увеличивается от середины гидро-фильтра к его боковым стенкам. При синхронном повороте пластин ширина щели изменяется в центральной части гидро-фильтра при незначительном изменении на краях. Изменяя конфигурацию щели, добиваются выравнивания скорости воздуха на периферии и центре гидро-фильтра.

Задачей такого решения является увеличение производительности и качества очистки воздух. Она достигается за счет увеличения средней скорости воздуха по сечению гидро-фильтра, не превышая допустимую, и выравнивание скорости воздуха не только в локальной зоне, но и по всему объему гидро-фильтра, что обеспечивает оптимальную скорость взаимодействия очищаемого воздуха с водой по всему объему гидро-фильтра.

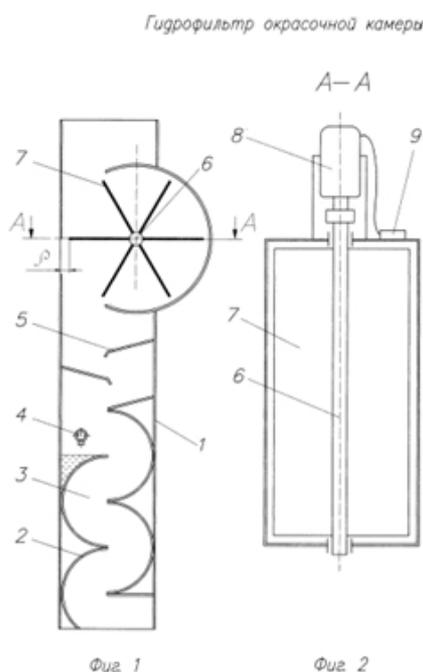


Рис.2. Гидрофильтр окрасочной камеры

Устройство работает следующим образом: поток загрязненного воздуха, двигаясь по воздухопромывному каналу 3, образованному полуцилиндрами 2, снизу вверх, навстречу потоку воды, поступающему из коллектора 4, контактирует с ней и очищается.

Продолжая движение, последовательно взаимодействует с дефлекторными пластинами 5, и частично освобождается от воды, и далее взаимодействует с лопатками 7, вращает вал 6 крыльчатки. Частота вращения крыльчатки регулируется изменением момента сопротивления вращению с

помощью нагрузки, создаваемой, например, генератором 8, при изменении электрического сопротивления реостата 9. Таким образом, ограничивается частота вращения с целью недопущения поломки крыльчатки или возникновения резонансных частот. Расположение крыльчатки относительно длинной стороны поперечного сечения корпуса гидрофилтра обеспечивает наименьшие габариты гидрофилтра. При вращении крыльчатки потоком воздуха, расстояние между торцом лопасти и противоположной стенкой корпуса 1 циклически изменяется, так как при вращении торцы лопаток описывают окружность, приближаясь к стенке гидрофилтра на расстояние  $\rho_{\min}$  и удаляясь на расстояние  $\rho_{\max}$ , следовательно, изменяется площадь проходного канала для воздуха. Это, в свою очередь, вызывает колебания давления воздуха, а так как скорость распространения давления во много раз больше скорости потока воздуха, то колебание давления распространяется на весь объем гидрофилтра. Колебание давления вызывает выравнивание давления, а следовательно, и скорости по всему объему гидрофилтра.

### Список литературы

1. Штокман Е.А. *Очистка воздуха* / Е.А. Штокман. – М.: АСВ, 2007. – 312 с.
2. Хрусталева Б.М. *Инженерная экология и очистка выбросов промышленных предприятий: учебное пособие* / Б.М. Хрусталева, В.И. Теличенко, Д.И. Сизов, И.С. Бракович, С.П. Кундас, И.М. Золотарёва, А.А. Бенуж; под общ. ред. Б.М. Хрусталева, В.И. Теличенко. – М.: Изд-во АСВ, 2016. – 558 с.
3. Пронин В.А. *Очистка и дезодорация газозодушных выбросов: учебное пособие* / В.А. Пронин, В.О. Мамченко, О.В. Долговская, В.А. Цветков. – СПб: Университет ИТМО, 2022. – 156 с.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Д.Н. Галкина

Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье рассмотрены примеры экологически чистых технологий, а также разработки по внедрению новых видов топлива и поисков новых возобновляемых источников энергии.

Под экологически чистой технологией обычно понимается метод производства продукции при наиболее рациональном использовании сырья и энергии, который позволяет одновременно снизить объем выбрасываемых в окружающую среду загрязняющих веществ и количество отходов, образующихся при производстве и эксплуатации изготавливаемых продуктов.

В настоящее время основные усилия сосредоточены в области контроля загрязнения окружающей среды и переработки отходов, а не в области создания экологически чистых технологий и комплексных схем предотвращения загрязнения окружающей среды. Одним из важнейших направлений действий

крупных экологических фирм остается создание оборудования и технологий по переработке отходов и их безопасному захоронению

Примеры экологически чистых технологий:

1. Цинково-воздушный аккумулятор. Поскольку мировые запасы цинка в 100 раз больше запасов лития, переход на цинково-воздушные батареи сможет сделать ноутбуки более автономными, удешевить электромобили и увеличить надежность слуховых аппаратов. Цинк пригоден для переработки, относительно дешев и обладает большой удельной энергией. Сейчас такие батареи используются в качестве одноразовых источников питания в слуховых аппаратах, но в ближайшие годы ожидается запуск производства подзаряжаемых аккумуляторных батарей. (Matt Cardy/Getty Images)

2. Пиролизное масло. Ведутся усиленные поиски биотоплива завтрашнего дня, которые тут же порождают споры о дороговизне использования земли и других противоречивых особенностях производства биоэтанола. Ведутся исследования для производства пиролизного масла, которое обычно получают путем сжигания отходов при температуре 500 градусов Цельсия. Проект стартует в Великобритании в 2014 году и в ближайшие 10-15 лет должен начать приносить прибыль. (Chip Somodevilla/Getty Images)

3. Технология захвата и хранения углерода. Технология захвата и хранения углерода (CCS) способна снизить выделение углекислого газа на газовых и угольных электростанциях, на производстве цемента и других производствах на 90 %. Из-за проблем с финансированием проекта, технология пока что существует лишь на бумаге. Более 200 британских ученых из 36 университетов участвуют в исследованиях. Международное агентство энергетики подсчитало, что для предотвращения повышения температуры на планете на 2 градуса к 2050 году потребуются применение около 3000 систем CCS на предприятиях во всем мире. Реакция правительства Великобритании ожидается в ближайшем времени.



Рис. 1. Использование альтернативной энергии

В последние годы ведутся активные разработки по внедрению новых видов топлива и поисков новых возобновляемых источников энергии. Также к данной категории относят технологические проекты, позволяющие повысить энергоэффективность техники и производственных процессов. [2]

В решении проблем сохранения окружающей среды, человечество возлагает большие надежды на внедрение инновационных методов производства, позволяющих минимизировать антропогенное воздействие на природу. Несмотря на то, что сегодня «зеленые» технологии пока менее рентабельны, чем традиционные методы производства, они постоянно развиваются, а сфера их применения становится все шире. [1]



Рис. 2. Производство биотоплива

Загрязнение воды и почв нефтепродуктами и отходами их переработки – одна из самых больших проблем современности. Спасением может стать использование в качестве альтернативы топлива, произведенного из морских водорослей. В 2009 году появился первый автомобиль, в баки которого можно было заливать не привычные бензин или солярку, а биологическое горючее.

Планируется, что внедрение этой технологии позволит уже через 10 лет производить 12 % всего авиационного топлива из водорослей. Преимущество перевода двигателей на этот вид питания состоит также в том, что во время сгорания биогорючее выделяет в атмосферу CO<sub>2</sub> в 5 раз меньше, чем при использовании бензина или дизтоплива. [1]



Рис. 3. Опреснение морской воды

Экономичные способы опреснения воды. Превращение морской воды в питьевую или техническую – процесс, уже освоенный крупными предприятиями в ОАЭ, США. Но потребность в пресной воде растет, в том числе и из-за растущих потребностей Китая. Поскольку применяемые сегодня процессы требуют больших затрат средств и энергии, существует большая заинтересованность в усовершенствовании фильтрации, техники обратного осмоса, идет заимствование технологий из области умягчения воды.



Рис. 4. Пластиковое дорожное покрытие

Пример успешного повторного использования сырья показала компания PlasticRoad из Нидерландов. Вместо асфальта они используют панели из переработанного пластика. Легкие, но прочные модули скрепляются между собой, а внутри них размещаются необходимые коммуникации. При этом после завершения использования материал вновь отправляется на повторную переработку. [1]



Рис.5. Альтернативные электростанции

Компании разных стран ведут разработки по использованию в качестве источников для получения электричества энергии, вырабатываемой морскими приливами, ветром и солнцем. Несмотря на то, что пока КПД таких установок достаточно невысок, отрасль считается перспективной.

Недавно на рынке была представлена новинка в области стройматериалов. Костробетон производится из конопли, при этом отличается высокой термо- и звукоизоляцией, имеет защиту от гниения. Он обладает еще одним преимуществом – стены из костробетона поглощают углекислый газ из атмосферы. При этом известь, входящая в состав материала, кальцинируется, так что в процессе эксплуатации здание становится только прочнее.

Еще один пример применения экотехнологий – изобретение нового прессованного материала, изготовленного из бумаги. Изобретатель М. Мейер из Голландии решил таким образом использовать нереализованные тиражи периодических изданий, создав с помощью газетных листов и органического клея материал, напоминающий по прочности и виду древесину. Ньюс-пэйпер вуд – такое название получила новинка – используют для изготовления мебели.

Сегодня человечество всерьез озабочено состоянием планеты – если современные тенденции не изменятся, то будущее поколение столкнется с серьезным дефицитом источников энергии и загрязненностью окружающей среды. Поэтому экологические технологии все более широко входят в нашу жизнь, а сфера их применения ежегодно расширяется. [1]

### Список литературы

1. <https://ecologanna.ru/voprosy-otvety/ekologicheskikh-tehnologij-i-vidy>
2. <https://webkonspect.com/room=profile&id=5332&labelid=241838>

## ЭКОЛОГИЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Д.С. Ананьева

Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье исследуется тема разработки новых современных технологий строительства, которые позволяют сохранить окружающую среду и снизить вред для неё. Рассматриваются инновационные экологически чистые материалы и другие современные решения при постройке зданий.

Одной из самых актуальных и важных задач на сегодняшний день является решение экологической проблемы во всём мире. Человечество уже давно работает над разработкой новых безопасных для природы технологий и методов охраны окружающей среды. Это неизбежно затронуло и строительную сферу, откуда появились такие понятия как «экодом» и «зелёное строительство».

Человек уже давно живёт в искусственной среде, с ростом урбанизации увеличиваются города, которые представляют собой целые экосистемы. Но, к сожалению, такая удобная и технологичная антропогенная среда наносит большой ущерб природе, и речь не только о промышленности и транспорте, а ещё о самом важном звене в структуре города – зданиях. По некоторым статистическим данным они по всему миру потребляют около 40 % мировой первичной энергии, 67 % электроэнергии, 40 % сырья и примерно 14 % запасов питьевой воды, при этом производя долю углекислого газа порядка 35 % от мировых выбросов и около 50 % твердых отходов. Всё это и подтолкнуло архитекторов и строителей к тенденции создания экологичных домов и даже небоскрёбов, которые решали бы такие задачи, как снижение негативного влияния строительной деятельности на окружающую среду, сокращение затрат на строительство и эксплуатацию зданий и сооружений, а также снижение общего энергопотребления.

Чтобы такие задачи решались, а экологичных зданий становилось всё больше, были разработаны так называемые «зелёные стандарты». В 1990 г. в Великобритании компания BRE Global ввела систему стандартизации BREEAM (BRE Environmental Assessment Method), согласно которой здание должно соответствовать 8 критериям:

1. Управление.
2. Энергия.
3. Здоровье и благополучие.
4. Транспорт.
5. Мусор.
6. Материалы.
7. Землепользование и экология.
8. Загрязнение.

А в 1998 году в США разработали ещё одну рейтинговую систему «зелёных зданий» – LEED (Leadership in Energy and Environmental Design). Согласно ей здания и сооружения оценивались уже по 5 критериям:

1. Территория под застройку.
2. Энергия и атмосфера.
3. Материалы и ресурсы.
4. Качество воздуха.
5. Инновации.

Конечно, говоря об экологии и современных технических решениях в строительной сфере, прежде всего встаёт вопрос о материалах, ведь это и немаловажный критерий в представленных выше рейтинговых системах. Природный камень и дерево пользуются большой популярностью у архитекторов, но в условиях бурного городского строительства они зачастую являются неэффективными и дорогостоящими. На сегодняшний день к наиболее «безопасным» для природы и распространённым искусственным материалам принято относить различные бетоны, пено- и газоблоки, а именно некоторые их разновидности:

*Биобетон* (рис. 1) – материал, в состав которого входят химические элементы, позволяющие ему сохранять прочность даже при произрастании на нём живых растений, а также создающие благоприятную среду для некоторых из них.



Рис. 1. Биобетон

*Арболит* (рис. 2) – смесь бетона, щепок и опилок. Такие блоки прочные и лёгкие, а также обладают хорошими тепло- и звукоизоляционными свойствами.



Рис. 2. Арболит

*Дюрисол* (рис. 3) – блоки, состоящие из щепок хвойных деревьев и портландцемента. Практически не горит и устойчив к морозам, обладает тепло- и звукоизоляционными свойствами.



Рис. 3. Дюрисол

*Самовосстанавливающийся цемент* – материал, в состав которого добавлен специальный вид бактерий и лактат кальция. При поглощении этого вещества бактерии производят известняк, который заполняет трещины в бетоне.

*Бодинамический бетон* – особый вид бетона, способный поглощать содержащиеся в воздухе вредные частицы и преобразовывать их в инертные соли.

Однако не стоит считать, что «зелёные дома» на 100 % состоят из натуральных природных материалов, несмотря на всю их значимость для экологии. В «зелёном строительстве» напротив используются инновационные технические решения, направленные на сокращение негативных последствий для природы. В большей степени ведутся разработки по сокращению общего энергопотребления зданий. Например, обеспечение эффективной теплоизоляции здания и герметичность оконных и дверных проёмов позволяет снизить количество энергозатрат на обогрев помещений, установка рекуператоров (приборов, обеспечивающих теплообмен между входящими и выходящими потоками воздуха) в вентиляционной системе позволяет не только снизить количество теплопотерь, но и обеспечить приток свежего воздуха.

Помимо сбережения энергии активно используются её альтернативные источники. Например, набирает популярность размещение солнечных батарей на крышах зданий, которые могут питать важнейшие системы здания, что в свою очередь значительно снижает расход электричества и нагрузку на электростанции. Также в целях экономии водных ресурсов создано большое количество инженерных систем, как простых, так и сложных, позволяющих использовать дождевую воду для бытовых и технических нужд зданий различного назначения. Такие системы собирают и накапливают воду с крыш, а далее она может

применяться в качестве полива растений, средств пожаротушения, мойки автомобилей, смыва в санитарных узлах и т.д.

«Зелёное строительство» имеет много преимуществ, как экономических, так и социальных. Оно несёт пользу не только для окружающей среды, но и для здоровья людей, проживающих в городах, переполненных вредоносными факторами.

### Список литературы

1. <https://www.rmnt.ru/story/realty/osobennosti-primenenija-sovremennyh-ekologicheskix-texnologiy-v-stroit.363046/?ysclid=lmrs1fwkt7643270950> Дата обращения: 3.09.2023г.

2. [https://turkov.ru/info/articles/ekologicheskie\\_materialy/?ysclid=lmrrx83grb9739184](https://turkov.ru/info/articles/ekologicheskie_materialy/?ysclid=lmrrx83grb9739184) Дата обращения: 3.09.2023г.

3. Пушилина Ю.Н. Осуществление экологического контроля в сфере строительства / Ю.Н. Пушилина // Современные проблемы экологии: доклады XX Международ. науч.-технич. конференции под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Инновационные технологии, 2018. – С. 89-91.

4. Пушилина Ю.Н. Применение экологичных строительных материалов «Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики» – 15-я Международная конференция по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики. Сборник научных трудов: БНТУ, Минск, 2019. – Т. 1. – С. 394-398.

5. Федеральный закон от 10.01.2002 №7-ФЗ «Об охране окружающей среды», Москва – 2002.

## ВОДНАЯ СИСТЕМА СОВРЕМЕННОГО ГОРОДА. МАЛЫЕ РЕКИ КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ ЧАСТЬ ПРИРОДНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРКАСА

К.В. Картошкина

Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье разбирается понятие «экологический каркас», его структурные особенности и функции. Исследована роль малых рек в экологическом каркасе и обоснована необходимость включения их в экологический каркас.

Считается, что 70,8 % поверхности земного шара покрыто водой. Океан занимает 360 млн. кв. км при общем размере поверхности планеты 510 млн. кв. км. Все океаны и моря, соединяющиеся между собой, образуют Мировой океан. Воды на нашей планете очень много, но из каждых десяти литров воды девять с половиной литров солёные. На долю пресной воды, без которой на Земле невозможна жизнь, остаётся совсем немного. Чтобы обеспечить себя пресной водой, люди издавна осваивали территории у источников (на берегу озера или чаще всего у реки).

Россия – крупнейшая морская держава, которая омывается 12 морями Мирового океана. На ее огромной территории текут малые и крупные реки, насчитывается большое количество озер, водохранилищ.

Россия относится к странам, наиболее обеспеченным водными ресурсами. По объёму суммарного годового речного стока наша страна занимает второе место в мире после Бразилии и лидирует по запасам пресных вод – в России сосредоточено более 20 % мировых ресурсов. На территории нашей страны насчитывается почти 3 млн. рек и 2,7 млн. озёр. В одном только Байкале содержится 20 % мировых запасов пресной воды.

Большинство городов России были построены на берегах рек, которые в большей или меньшей степени влияли на формирования общественного городского пространства. С древнейших времен реки являлись основным средством коммуникации. Постепенно расширялось использование, возрастало значение водных ресурсов для города.

Крупные города являются одной из основных пространственных форм расселения человечества. В 2014 г. более половины населения Земли стало проживать в городах – 3,9 млрд чел., и это количество продолжает расти. В условиях России многие экологические проблемы вызваны не только технологическими нарушениями вроде загрязнения окружающей среды, но и общей неустроенностью ландшафта, разрушением важнейших основ его существования.

К экологической организации территории, как средству решения экологических проблем, и относится создание «природного», или экологического каркаса города. Экологический каркас – это не столько форма охраны природы, а способ управления природопользованием.

Городские пространства, а также взаимодействие с водными объектами, на которых они развиваются, в значительной мере зависят от условий формирования градостроительных природно-техногенных систем: природно-ландшафтных, экологических, инженерно-строительных, транспортных, социально-экономических, социально-культурных, административных, геополитических.

Водные объекты (в т.ч. градоформирующие реки) являются не только естественным и экологическим каркасом, но и являются основой каркаса градостроительных природно-техногенных систем в целом. Именно за счет них происходит в значительной мере формирование каркаса города и обеспечивается целостность градостроительных систем городов в целом.

Реки играют огромную роль в жизни людей. В первую очередь они являются главным источником пресной воды, служат путями сообщения. Речными водами орошаются земли в засушливых районах. Энергия текущей воды широко используется на гидроэлектростанциях (ГЭС) для получения относительно дешевой электроэнергии. Речную воду используют многие фабрики и заводы. Вода также необходима для бытовых нужд человека.

Долины малых рек и водотоков могут при грамотном планировании и использовании прибрежного пространства являться лучшими транзитными территориями, «экологическими коридорами». Не менее важны они как места концентрации и как пути проникновения животных в сопредельные природные

зоны, перемещение живых организмов по долине реки обеспечивает им большие шансы на выживание при чрезвычайных ситуациях.

В последние годы возрастает внимание к природным ресурсам с точки зрения использования их для активного отдыха населения. В эпоху приоритета экологических ценностей прибрежные территории приобретают особое значение в городской среде. Постепенно водные объекты в городе и доступ к воде рассматривается как особая ценность, которая преобразует качество жизни в городе, обеспечивает безопасность и комфорт и дает «новый опыт» в ощущение пространства. Современные стандарты городского планирования предусматривают формирование больших пространств открытого ландшафта (парки, скверы, аллеи, набережные).

На примере Тулы и Тульской области хочется остановиться на примере Казанской набережной на берегу реки Упы в центре Тулы, набережных в поселке Дубна и Богородицке.

Тульская набережная находится на берегу реки Упы. Её протяженность – около 1 километра. Раньше это была обычная промзона, принадлежащая Оружейному заводу, который расположен на противоположном берегу реки Упы, и вряд ли местные жители даже задумывались о том, что из неё могут сделать место для семейного отдыха и прогулок с друзьями. В 2017 году город всё-таки выкупил у завода эту территорию, чтобы заняться благоустройством исторического центра Тулы. Автором проекта реконструкции набережной стал Олег Шапиро, он же проектировал парк Зарядье в Москве. Работа была масштабной и далеко не лёгкой: рабочие вывезли тонны ила со дна реки, расчистили место от скопившего годами мусора, проложили асфальт, установили сотни световых опор – словом, преобразование удалось на славу. В 2018 году Казанская набережная уже принимала первых гостей и очаровывала каждого, кому было интересно наблюдать за кардинальным перевоплощением этого места (Рис.1 и Рис.2).



Рис.1. Набережная до реконструкции



Рис.2. После реконструкции

Вдоль берега Упы проложили пешеходные дорожки и деревянные настилы, соорудили смотровые мостки, установили скамейки и красные цилиндрические фонари, посадили деревья и кустарники. К воде спускаются широкие ступени амфитеатра, на Крестовоздвиженской площади в теплые месяцы шумит фонтан. Новая набережная подходит и для спокойных прогулок, и для активного отдыха. Ее территория делится на три зоны: в Пряничной – клумбы, беседки и рестораны,

Концертная оборудована сценой и качелями, в Игровую входят скалодром, тренажеры, детские и спортивные площадки. Красота!

Поселок Дубна в Тульской области – чудесное по природной красоте место. Собственно, возник он благодаря династии Мосоловых. Наряду с Демидовыми и Баташевыми Мосоловы стояли у истоков не только тульской, но и российской металлургической промышленности XVIII-XIX веков. Мосоловы построили на реке Дубенке один из первых своих чугунолитейных заводов.

Пруд усадьбы Мосоловых – символичное место в Дубне. Его можно считать исходной точкой к преобразению поселка. Проект комплексной очистки пруда получил финансирование только в 2016 году. Завершив очистку дна и берегов, пруд снова наполнили водой, запустили в него рыбу. После этого работы вышли буквально на поверхность – началось обустройство прибрежной зоны. Оборудовано место для купания, рыбалки, на левом берегу создана площадка для барбекю (Рис.3 и Рис.4).



Рис.3. Место для купания



Рис.4. Благоустройство

Уже имеется концепция дальнейшего развития Дубны. В рамках первого проекта планируется восстановить исторический пешеходный мост через пруд и создать на воде композиции из скульптур, а второй заключается в комплексном благоустройстве спального района. Там предполагается организовать новый городской парк.

Набережная в Богородицке признана лучшей в России. Проект набрал больше всего голосов и стал победителем конкурса AD Design Award 2021 в номинации "Городская среда". 200 лет назад небольшой уездный город в Тульской области был известен на всю Россию, так как сюда приезжали многие знатные гости в усадьбу графа Бобринского. В конце XVIII века сюда приехал работать Андрей Болотов - писатель, архитектор, ученый-энциклопедист, агроном, ландшафтный дизайнер, который и устроил вокруг дворца парк с прудом. Во время войны дворец был разрушен.

От города дворец и парк отделяет пруд, к другому берегу которого сходятся веером пять улиц. Именно набережная пруда и была отреставрирована (Рис.5 и Рис.6).

Променада как бы повторяет устройство театра: здесь есть партер – широкие ступени, которые спускаются к воде, чуть выше – амфитеатр, в стороне – «бенуарные ложи» с качелями. Особое место в ансамбле променада занимает арт-объект «Улитка», созданный по мотивам архитектурных изысканий Болотова. Сам пруд расчистили, а плотины при нем восстановили.



Рис.5. До реконструкции



Рис.6. После реконструкции

Создатели постарались устроить пространство, где будет хорошо всем: и детям, и молодёжи, и пожилым. Поэтому здесь появились столы для настольных игр, качели, беседки. В будущем авторы проекта планируют открыть на пруду плавучую сцену, а на набережной – кафе и оранжерею.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что основная стратегия градостроительного развития должна быть направлена на обеспечение существенного прогресса концепции устойчивого развития, повышение инвестиционной привлекательности города, повышения уровня жизни и условий проживания населения, достижение долговременной экологической безопасности города и смежных территорий. В результате реализованных идей будут достигнуты следующие цели: сохранение природной среды, природного ландшафта и его компонентов; увеличены площади рекреационных зон и территорий природного комплекса в структуре городских территорий; укрепление «экологических коридоров»; расширена рекреационная сеть города; обеспечение использования рекреационных и лечебных ресурсов и оздоровительных свойств природных территорий.

### Список литературы

1. Реки как часть городского развития [Электронный ресурс] // *cih.ru*. – URL: <http://cih.ru/k4/9.html> (дата обращения: 19.10.2023г.)
2. Мягков М.С. (ред.), Губернский Б.Д., Конова Л.И., Лицкевич В.К. *Город, архитектура, человек и климат. Монография.* – М.: Изд-во «Архитектура-С», 2016. – 344 с. с ил.
3. *Рекреационные ресурсы Тульской области.* [Электронный ресурс]//<http://www.2r.ru/shownews2.asp?when> (дата обращения: 21.10.2023г.)
4. Реймерс Н.Ф. *Природопользование: словарь-справочник* / Н.Ф. Реймерс. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.
5. Панченко Е.М., Дюкарев А.Г. *Экологический каркас как природоохранная система региона, Статья представлена научной редакцией «Науки о Земле» 14 мая 2010 г.*

## АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА. ТАК ЛИ ОПАСНЫ АЭС?

К.А. Козеева  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье автором проводится проблемный анализ влияния атомной энергетики и приводятся аргументы в пользу безопасности атомных электростанций.

В последние десятилетия в обществе часто обсуждается вопрос энергетики, он касается всех социальных и научных сторон жизни человека. В этой статье автором затрагивается тема ядерной энергетики как одного из самых чистых источников получения электроэнергии.

Итак, начнем с краткого экскурса в историю появления атомных электростанций. В конце тридцатых годов XX века (1938 год) ученые обнаружили, что при ударе нейтрона по атому урана, его ядро расщепляется на две части и при этом высвобождается много энергии. Более того, дополнительно из этого ядра вылетают еще 2-3 нейтрона, которые провоцируют деление других атомов, из которых вылетают нейтроны, разбивающие следующие атомы, этот процесс называется цепной ядерной реакцией и сопровождается выбросом колоссального количества энергии. Сначала эти знания были использованы в ходе Второй Мировой Войны для создания атомной бомбы, и только через 9 лет после окончания конфликта в развитие этой технологии была построена первая атомная станция в городе Обнинск для производства электричества. Но все последующие годы непрекращающаяся гонка вооружений между США и СССР сопровождалась страхом населения стран перед полным ядерным взаимоуничтожением, этот страх переносился и на ядерную энергетику. 16 марта 1979 года на экраны вышел фильм «Китайский синдром» о вымышленной трагедии на АЭС, менее чем через 2 недели 28 марта 1979 года в США произошла реальная трагедия, подкрепившая страх. В 1986 году случилась трагедия на Чернобыльской АЭС, в 2011 году произошла авария в Фукусиме. Так же тема трагедий и безалаберности на АЭС продолжала мелькать в массовой культуре, самый знаменитый пример – мультсериал «Симпсоны». И как же после всего этого не бояться ядерной энергии?

Атомный реактор работает благодаря распаду ядра урана – 235, в ходе контролируемой цепной ядерной реакции выделяется очень много тепла, которая кипятит воду, а полученный пар своим давлением крутит турбину, вращающую электрогенератор, затем отработанный пар охлаждается и снова идет в работу [2].

Для охлаждения пара используют воду из любой реки или водоёма, например, смоленская АЭС охлаждается от Десногорского водохранилища, в котором теперь благодаря повышению температуры воды великолепно себя чувствуют креветки, красноухие черепахи и пара видов завезенных африканских рыб. Можно предположить, что близость их водоёма к такой штуке, как АЭС их особо не тревожит, так как вода после использования остается чистой и незараженной, как и все вокруг, вопреки мифам, которые создала массовая культура.

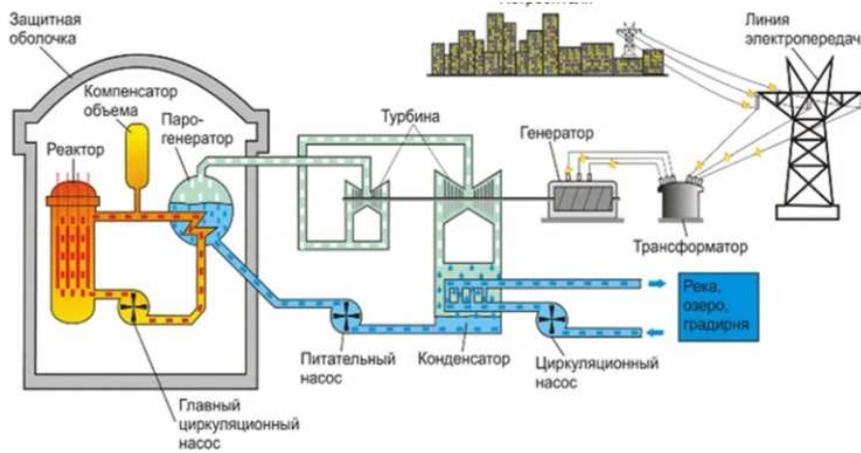


Рис. 1. Работа атомного реактора

Работать на атомной электростанции безопаснее, чем в офисе любого города, в котором уровень загрязнения воздуха уносит жизни большого количества человек в год, так как АЭС не загрязняет воздух, а стереотипный «повышенный» радиационный фон не превышает показателей излучения Wi-Fi-роутера [3]. Безопасность на АЭС сегодня это не только забота и строгий контроль за персоналом, но и работа над своими же ошибками на основе прошлых трагических событий. Для этого на АЭС теперь большое количество оборудования, которое призвано предотвратить выброс радиоактивных отходов в окружающую среду и в принципе справиться с любой нештатной ситуацией на станции [4].



Рис. 2. Система безопасности на АЭС

Естественный радиационный фон, с которым организм справляется самостоятельно, может быть вызван такими вещами как вода, земля под ногами, солнце или даже сами люди. Так вот, для сравнения облучение, требуемое по нормам безопасности вблизи АЭС равен 0,05 мЗв в год (фактические показатели доз вблизи АЭС в разы меньше), а типичный диапазон мощности облучения от искусственных источников света, главным образом медицинских, равен 0,3-0,6 мЗв в год [5]. В местах, отдаленных от АЭС составляет доли процентов от общего облучения человека в год, один перелет на самолете может облучить в

200 раз сильнее, проживая около угольной теплоэлектростанции можно получить в 3 раза больше дозу радиации, чем проживая вблизи АЭС. Также известно, при сжигании угля и нефти все отходы выбрасываются прямиком в атмосферу, что приводит к загрязнению окружающей среды и за последние несколько десятков лет убило миллионы людей, стоит ли напоминать об ущербе природе? Загрязнение воздуха причиняет вред здоровью постепенно и поэтому человеку очень сложно заметить насколько сильно его влияние. Те страны, которые закрывают атомные электростанции и вместо них наращивают объемы сжигания ископаемого топлива уже сталкиваются с нарастанием количества преждевременных смертей, например, Германия. Ссылаемся на таблицу исследований еврокомиссии в лице объединенного исследовательского центра [5].

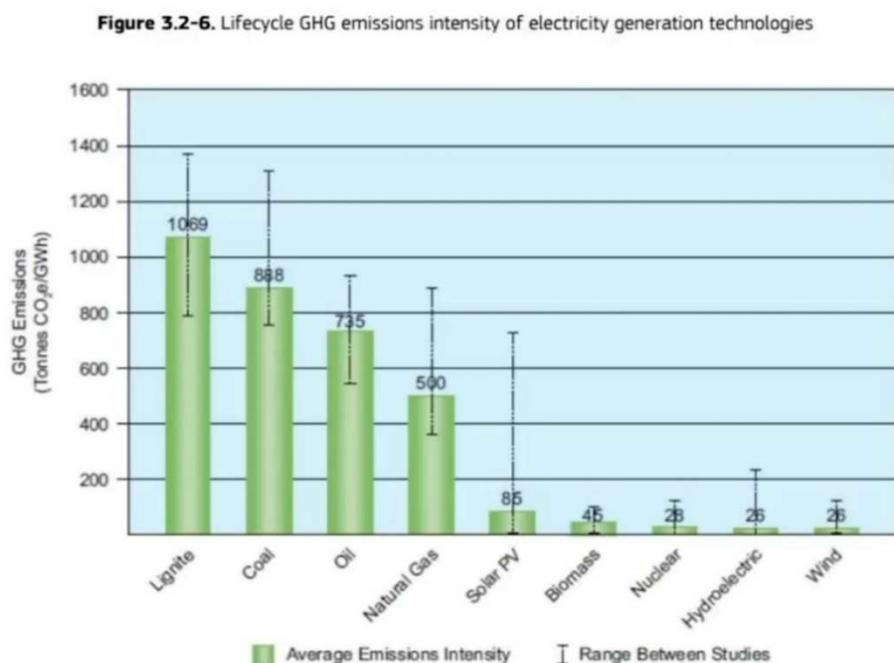


Рис. 3. Вредные выбросы АЭС

По результатам видно, что вредные выбросы АЭС сопоставимы ущербу, исходящим при эксплуатации ветряков.

Еще одним несомненным плюсом атомной энергетики является дешевизна. Цена топлива составляет всего 5-10 % от общей цены, которую платит потребитель и закупать такое топливо можно раз в несколько лет.

Большая проблема заключается в дороговизне самого строительства АЭС, ведь чтобы учесть все необходимые меры по безопасности, нужно не скупиться и внедрять все современные инновации в этой области. Например, спроектированной в России ловушке расплава, которая включается в экстренных случаях, вероятность произойти которых почти нулевая и равна шансу падения на Землю метеорита, способного уничтожить всю планету, в общем и целом, системы безопасности стоят очень и очень дорого [6]. Однако если человечество хочет исключить вредные выбросы от станций, работающих на ископаемом топливе, то мирный атом – отличный источник электроэнергии, который может работать круглогодично и ежедневно вне зависимости от погоды в отличие от тех же ветряков и солнечных панелей. К тому же, электричество – это не единственная сфера применения энергии атома, с помощью ионизирующего излучения можно

полностью очищать воду от вредных веществ, увеличивать срок годности продуктов, можно без вреда для почвы и плодов убивать патогенные микроорганизмы и насекомых на полях, а также радиоактивные изотопы используются для медицинских нужд.

В завершение хотелось бы дать свой субъективный ответ на вопрос почему же до сих пор в головах некоторых людей АЭС ассоциируется с чем-то страшным. На взгляд автора статьи велика роль в этом аспекте массовой культуры, создавшей в глазах миллионов людей считываемый образ угрозы от атомных станций, в некоторых случаях не без трагических совпадений. Также как упоминалось выше немалое влияние на раскручивание этого мнения в обществе оказала «зеленая» повестка, популяризация альтернативных источников энергии (солнечных панелей и ветряков), которые на самом деле по уровню выбросов отходов находятся на уровне с АЭС (в той же Германии АЭС закрываются, а число альтернативных источников растет). По мнению автора необходимо донести до людей, что мирный атом им не враг, а верный спутник на пути отказа от ископаемого топлива.

### Список литературы

1. Пушилина Ю.Н. *Экологические основы архитектурного проектирования: учеб. пособие* / Ю.Н. Пушилина. – Тула: Аквариус, 2015.

2. Пушилина Ю.Н. *Экология и экологическая безопасность в градостроительстве (на примере Тульской области): монография*. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2021. – С. 120-121.

3. <https://100urokov.ru/predmety/elektroenergetika-rossii/>\_(дата обращения: 10.10.2023г.)

4. <https://goroda.media/pochemu-aes-bezopasny/> (дата обращения: 10.10.2023г.)

5. <https://bestlj.ru/135049-СНem-khorosha-Belorusskaja-AEHS.html> (дата обращения: 10.10.2023г.)

6. <https://ria.ru/20110316/354501576.html> (дата обращения: 10.10.2023г.)

7. <https://habr.com/ru/post/552964/> (дата обращения: 10.10.2023г.)  
<https://www.techinsider.ru/technologies/614943-sterzhni-sprinkler-konteynment-kak-ustroena-sistema-bezopasnosti-aes/#:~:text=Ловушка%20расплава%20-%20это%20750-тонное,и%20остудить%20расплав%20до%20затвердевания>  
(дата обращения: 10.10.2023г.)

## НЕФТЬ И ЭКОЛОГИЯ. СПАСУТ ЛИ НАС ЭЛЕКТРОМОБИЛИ?

А.А. Афанасьев, В.В. Козеев  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

**Аннотация.** В настоящее время электромобили приобретают все большую популярность, ведь очевидно, что рынок электрокаров идет вперед огромными шагами. Многие автопроизводители, а иногда и целые концерны постепенно отказываются от производства автомобилей с двигателями внутреннего сгорания. На улицах российских городов появляется

*все больше таких автомобилей. Их называют экологически безопасными и экономичными транспортными средствами, но так ли это на самом деле?*

Для того, чтобы разобраться в истории появления и современной популярности электромобилей, нужно окунуться в историю: почему же именно они не захватили рынок – бесшумные, быстрые и экологически «безвредные». Электродвигатели появились значительно раньше первых бензиновых двигателей, многие конструкторы и инженеры еще 19-го века устанавливали их в транспорт, а первая тележка с электродвигателями и батареями на борту смогла преодолеть расстояние в 100 метров еще в 1841 году. Но, несмотря на все преимущества такой техники, пар и электричество проиграли рынок.

Основоположителем конвейерного автомобилестроения принято считать Генри Форда с его Ford Model T – автомобилем начала 20-го века, до сих пор входящим в топ самых продаваемых автомобилей всех времен. Масштабы и эффективность производства поражают до сих пор – в 1917 году требовалось 93 минуты на то, чтобы куча болтов и гаек превратилась в автомобиль. Благодаря этому они получили огромное преимущество в цене перед конкурентами и за тот же год выпустили 735 тысяч экземпляров. Но, в то же время, автомобили с ДВС не были образцом комфортного использования – громкая работа двигателя, неприятный запах технических жидкостей, сложность ремонта на первых моделях и дефицитное топливо этанол, продающееся в то время в аптеках. Электрокары же были практически бесшумны, просты в управлении, имели лучшее оснащение, выглядели престижнее и больше походили на элегантные экипажи. Именно поэтому им отдавали предпочтение банкиры, юристы, врачи и прочая элита общества – даже сама жена Генри Форда ездила на электрокаре от компании Detroit Electric.

Ситуация резко изменилась в 1911 году: при запуске двигателя на этаноле с помощью кривого стартера погиб близкий друг Генри Лиланда – основателя и владельца компании Кадиллак и Линкольн. Осознав проблему физического сложного механического запуска двигателя, Лиланд обращается в конструкторское бюро Delco-Light с заданием на изобретение первого электрического стартера, который был разработан и стал устанавливаться на все новые автомобили Кадиллак. Таким образом, появились первые автомобили с ДВС, которые можно было использовать с таким же удобством как электрические, но которые не требовали постоянной ночной зарядки. С этого момента практически все производители автомобилей стали устанавливать стартер, а электромобили потеряли свое главное преимущество на рынке. Спрос на них резко упал, миру нужен был автомобиль с двигателем внутреннего сгорания, который вполне заслуженно выиграл эту войну на заре 20-го века.

В начале июня 1992 года состоялось самое большое мероприятие за всю историю планеты, посвященное экологии – Саммит Земли. Под крышей одного здания собрались 8 тысяч делегатов от разных стран и 3 тысячи представителей неправительственных международных организаций. Это первое масштабное мероприятие подобного рода, которое закончилось подписанием реального документа – Рамочной конвенцией ООН об изменении климата. Сто восемьдесят стран подписали конвенцию, которая признавала на мировом уровне

климатические изменения и обязывала практически все страны мира действовать согласованно для изменения ситуации в трех направлениях: снижение токсичности выбросов производств и полное избавление от свинцового бензина, развитие альтернативных источников энергии, повышение доверия населения к общественному транспорту. 11 декабря 1997 был подписан дополнительный документ к Рамочной конвенции ООН – Киотский протокол, главной задачей которого было общее сокращение выбросов парниковых газов в атмосферу Земли. Фактически, из этих соглашений и появились всем нам знакомые нормы Евро по выбросам. Евро-норма на выхлоп – это документ, который ограничивает максимально допустимые выбросы от автомобиля на один километр пробега. В данный момент в Европе действует норма Евро 6, а в разработке находится норма Евро 7, которая будет принята к исполнению уже в этом десятилетии. Фактически, вопрос стоит следующим образом: возможно ли будет в принципе выполнить нормы с двигателем внутреннего сгорания? Основная логика норм – это довести выбросы до нуля, что, в сущности, выглядит как запрет на ДВС, поскольку физически невозможно сделать так, чтобы двигатель такого типа ничего не выделял в атмосферу. При этом все современные двигатели, которые соответствуют нормам Евро 6, уже настолько «чистые», что генерируют меньше твердых частиц, чем стирающиеся покрышки и тормозные колодки. На сегодняшний день, вместо Киотского договора, действуют Парижские соглашения от 2015 года, которые окончательно наметили стратегию нулевых выбросов и борьбы с углекислым газом. Вполне очевидно, что Евро 7 – это последняя норма, которую можно будет выполнить с традиционным двигателем внутреннего сгорания. Именно поэтому автопроизводители вновь ударились в разработку новых электрических платформ, электрокаров и водородных автомобилей. Но так ли это безопасно для экологии и планеты, как заявляют производители и сторонники электрического будущего?

Для начала выясним, как же вырабатывается энергия в мире. Согласно статистике (Рис.1), 85 процентов энергии до сих пор получают за счет сжигания углеводородного сырья – угля, нефти, природного газа.

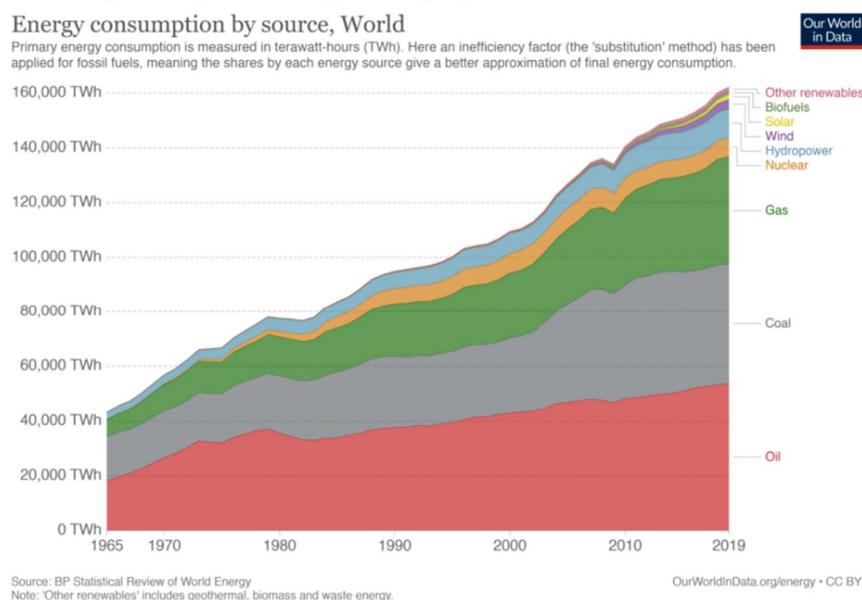


Рис. 1. Потребление энергии по источникам

Если брать только электроэнергию, то ситуация драматически не отличается (Рис.2).

## Electricity production by source, World

Our World  
in Data

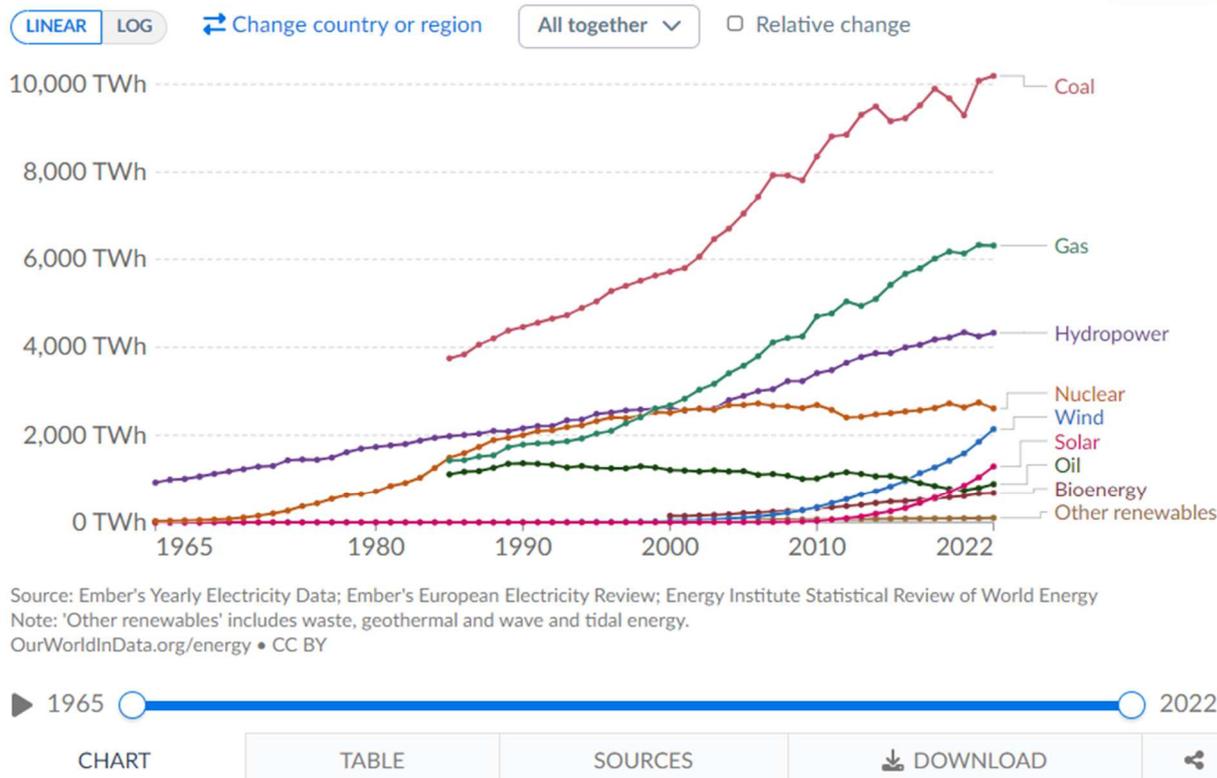


Рис. 2. Производство электроэнергии по источникам

На сегодняшний день 63,3 процента от общей электроэнергии вырабатывается за счет сжигания ископаемых, преимущественно угля. А в 2000 году этот процент был 64,8 – за 21 год доля упала всего на полтора процента. Китайские учёные установили, что на каждый выработанный киловатт-час энергии для электромобилей в воздух выбрасывается до 274 граммов углекислого газа. Для сравнения, на киловатт-час энергии, вырабатываемой при сжигании бензина в двигателях внутреннего сгорания, углекислотный выброс не превышает 180 граммов. Также выяснилось, что при сжигании угля, необходимого для выработки энергии, достаточной для движения электромобиля на расстояние длиной в километр в атмосферу выбрасывается больше загрязняющих веществ, чем от работы двигателя внутреннего сгорания при сжигании эквивалентного количества бензина в обычной машине. Таким образом, для того чтобы электрические автомобили были на самом деле экологичны, их нужно перевести на зарядку энергией, генерируемой «чистыми» электростанциями – объектами альтернативной энергетики или АЭС.

Гораздо большая экологическая опасность электромобилей кроется вовсе не в выбросах энергогенерации, а в последствиях процессов производства и использования мощных аккумуляторов. Для того, чтобы добыть одну тонну лития, используемого в батареях электромобилей, нужно переработать 250 тонн породы или 750 тонн солевого раствора, если добыча идет на солончаке. Порода и раствор после этого использовать повторно нельзя, так как очистить литий от примесей

можно только химическим путем. Также технологический процесс таков, что для этой же одной тонны лития нужно испарить 1900 тонн пресной воды.

Ввиду ограниченного срока службы аккумуляторов – до пяти лет – острой становится проблема их утилизации. Сегодня в мире утилизируется лишь 5 процентов аккумуляторных батарей, более того до сих пор не существует технологий по их безопасной переработке. Два основных метода – это пирометаллургический (сжигание) и гидрометаллургический (растворение в химикатах). Оба они экономически неэффективны и опасны для окружающей среды из-за выделения опасных паров химикатов в атмосферу. Все современные литиевые аккумуляторы, которые уже существуют и будут произведены в ближайший десяток лет, будут либо сожжены и закопаны в землю, либо просто закопаны в землю.

К сожалению, производство таких аккумуляторов только набирает обороты под аплодисменты зелёных активистов и приверженников электрической революции. Двигатель внутреннего сгорания, который еще какие-то 100 лет назад «взрывал» экономику и обеспечивал прибыль сейчас уже не так выгоден, а причина кроется в глобальной энергетике, которая хочет отказаться от ископаемых ресурсов в угоду прибыли. Электрокары не способны решить проблемы экологии, а возможно сделают только хуже... Но с этими последствиями уже будут разбираться наши дети.

#### Список литературы

1. <https://www.loc.gov/everyday-mysteries/item/who-invented-the-automobile/>
2. <https://ourworldindata.org/grapher/electricity-production-by-source>
3. <https://sophisticatedinvestor.com/january-2022-newsletter-the-alternative-assets-winners-and-losers-of-2021-which-investments-will-lead-the-charge-in-2022/>
4. Абанина Е.Н. Тенденции развития государственной политики в сфере обеспечения экологической безопасности: (региональный уровень) / Е.Н. Абанина. – Текст: непосредственный // Правовая политика и правовая жизнь. – 2021. – № 1. – С. 31-38.
5. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях" от 30.12.2001 N 195-ФЗ (ред. от 04.11.2022, с изм. от 24.11.2022)
6. Астахов А.С. Экологическая безопасность и эффективность природопользования / А.С. Астахов, Е.Я. Диколенко, В.А. Харченко. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2018. – 323 с.
7. <https://www.kommersant.ru/doc/628004>
8. <https://www.irena.org/newsroom/pressreleases/2020/Jun/Renewables-Increasingly-Beat-Even-Cheapest-Coal-Competitors-on-Cost>

# СПОСОБ ПОЖАРОТУШЕНИЯ РЕЗЕРВУАРНОГО ПАРКА НЕФТЕПРОДУКТОВ

В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, К.И. Евгеньев<sup>1</sup>,  
Г.Д. Коверин<sup>1</sup>, Д.Н. Гадельшина<sup>3</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> ШОР «Атлетика», г. Казань

<sup>3</sup> КНИТУ (КХТИ), г. Казань

*Аннотация.* В статье рассмотрены мероприятия по снижению пожарного риска и дань оценку их экономической эффективности. Расчетным путем определить и обосновать наиболее экономичный и взрывопожаробезопасный способ пожаротушения при подготовке и хранении нефтепродуктов.

Резервуарный парк состоит из 2 РВС-5000 для нефтепродуктов. Вокруг резервуарного парка имеется кольцевая дорога с твердым покрытием.

Технологический процесс подготовки и транспорта нефтепродуктов связан с высокими давлениями (до 4,8МПа) и температурами (до 50 °С). В связи с тем, что пары нефтепродуктов и углеводородные газы могут образовать с воздухом взрывоопасные смеси, объекты ЦПСН являются взрывопожароопасными.

Резервуары РВС- 5000 № предназначены для:

- приема некондиционной нефтепродуктов из подводящих нефтепроводов;
- отстоя нефтепродуктов;
- приема конденсата с УУЛФ;
- приема дренажной воды с КДФ;
- приема нефтепродуктов с СППК при срабатывании;
- приема нефтепродуктов с емкости для приема утечек (ЕСУ) от насосов;
- прием нефтепродуктов с емкости неучтенной нефтепродуктов (Е-1).

Резервуары, находящихся в резервуарном парке имеет обвалование в зависимости от емкости резервуаров.

Резервуары объемом по 5 тыс. м<sup>3</sup>, имеют общую площадь обвалования 10132 м<sup>2</sup> (по S<sub>обв</sub> 1<sup>го</sup> р-ра = 5066 м<sup>2</sup>), высота H<sub>обв</sub> = 3 м, толщина B<sub>обв. верх</sub> = 1 м и B<sub>обв. ниж</sub>=3 м. Днища резервуаров плоские стальные.[1-4]

Резервуары вертикальные стальные (РВС) предназначены для приема, хранения, выдачи нефтепродуктов, воды, а также других жидкостей, в различных климатических условиях. Чаще всего причиной становится: самовозгорание пирофорных отложений, огневые работы, неосторожное обращение с огнём, поджог. Обобщая выше изложенное можно сказать, что человеческий фактор играет ведущую роль в появлении источников возгорания.

## Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Исследование технического состояния авиационных ГТД и энергетических установок в целях составления картограмм газодинамических параметров для диагностики / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 12. – С. 45-50.

2. Виноградов В.Ю. Контроль технического состояния авиационных ГТД по акустическим параметрам, измеренным на срезе сопла двигателя / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 3. – С. 53-57.

3. Акимов В.А. Природные и техногенные чрезвычайные ситуации: опасности, угрозы, риски / В.А. Акимов, В.Д. Новиков, Н.Н. Радаев. – М.: Деловой экспресс, 2001. – 345 с.

4. Волков О.М. Пожарная безопасность резервуаров с нефтепродуктами / О.М. Волков. – М.: Недра, 2004. – 360 с.

## **АНАЛИЗ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕКАЧКИ НЕФТЕПРОДУКТОВ РЕЗЕРВУАРНОГО ПАРКА**

В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, К.И. Евгеньев<sup>1</sup>,

Г.Д. Коверин<sup>1</sup>, Д.Н. Гадельшина<sup>3</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> ШОР «Атлетика», г. Казань

<sup>3</sup> КНИТУ (КХТИ), г. Казань

*Аннотация.* В статье рассмотрены мероприятия по оценке пожаровзрывоопасных свойств нефтепродуктов.

Все жидкости, поступающие в резервуарный парк объекта (будь то сырье или продукция) являются ЛВЖ или ГЖ.

Нефть – легковоспламеняющаяся жидкость, представляющая собой смесь углеводородов с различными соединениями (сернистыми, азотистыми, кислородными). Плотность 730-1040 кг/м<sup>3</sup>, начало кипения обычно около 20°C; теплота сгорания 43514-46024 кДж/кг. В воде практически не растворяется.

Сырые нефтепродукты способны при горении прогреваться в глубину, образуя все возрастающий гомотермический слой. Скорость выгорания 18,70-25,20 см/час; скорость нарастания прогретого слоя 25-36 см/час; температура прогретого слоя 130-160°C; температура пламени 1100°C.

Основные химические элементы, входящие в состав нефтепродуктов – углерод (82-87 %), водород (11-14 %), сера (0,10-7 %), азот (0,001-1,8 %), кислород (0,05-1,0 %). В незначительных количествах нефтепродукты содержат галогены, металлы. Основным компонентом нефтепродуктов являются углеводороды – алканы, циклопарафины, ароматические углеводороды.

Соотношение между группами углеводородов придает нефтепродуктам различные свойства и оказывает большое влияние на выбор метода переработки и получаемых продуктов. Пожароопасные концентрации внутри технологического оборудования могут образовываться при условии, что имеется:

- паровоздушное пространство;
- рабочая температура жидкости находится между нижним и верхним пределами воспламенения с учетом коэффициента безопасности  $\Delta t=10$  °C.

### **Список литературы**

1. Виноградов В.Ю. Исследование технического состояния авиационных ГТД и энергетических установок в целях составления картограмм газодинамических параметров для диагностики / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 12. – С. 45-50.

2. Виноградов В.Ю. Контроль технического состояния авиационных ГТД по акустическим параметрам, измеренным на срезе сопла двигателя / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 3. – С. 53-57.

3. Акимов В.А. Природные и техногенные чрезвычайные ситуации: опасности, угрозы, риски / В.А. Акимов, В.Д. Новиков, Н.Н. Радаев. – М.: Деловой экспресс, 2001. – 345 с.

4. Волков О.М. Пожарная безопасность резервуаров с нефтепродуктами / О.М. Волков. – М.: Недра, 2004. – 360 с.

## **АНАЛИЗ ПОРТРЕТИРОВАННОГО ДЫХАНИЯ РЕЗЕРВУАРОВ ПРИ ОБРАЗОВАНИИ ВЗРЫВООПАСНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ**

В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, К.И. Евгеньев<sup>1</sup>,  
Г.Д. Коверин<sup>1</sup>, Д.Н. Гадельшина<sup>3</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> ШОР «Атлетика», г. Казань

<sup>3</sup> КНИТУ (КХТИ), г. Казань

*Аннотация.* В статье рассмотрены вопросы образования взрывоопасных концентраций и определены меры безопасности, и разработаны мероприятия по оценке пожаровзрывоопасных свойств нефтепродуктов.

Опасность образования горючей среды около емкостей и резервуаров характерна как для резервуаров резервуарного парка, так и для насосов нефтенасосных.

В резервуарном парке горючие паровоздушные концентрации могут образоваться около резервуаров при их заполнении нефтью (большое дыхание), при повышении температуры окружающей среды (малое дыхание), а также при повреждениях корпуса резервуара, его крыши или трубопроводов и при аварийных переливах резервуаров.

Горючие концентрации паров нефтепродуктов с воздухом при больших дыханиях могут образовываться сравнительно быстро при повышенных температурах наружного воздуха весной и летом, в результате чего резко возрастает их выброс через дыхательные клапаны резервуаров и емкостей, а также интенсивность испарения нефтепродуктов при ее разливе. Если выбрасываемые пары не будут быстро рассеиваться, то это может привести к образованию взрывоопасной концентрации на большой площади резервуарного парка. Пожароопасная загазованность прилегающей территории может возникнуть преимущественно при больших дыханиях, когда происходит мощный выброс паровоздушной смеси в атмосферу при значительной концентрации в ней горючих паров. В таких аппаратах, как резервуары, возможность создания взрывоопасных концентраций зависит от многих факторов, таких как:

- пожароопасные свойства веществ;
- температура окружающей среды и хранимого продукта;
- проведение технологических операций.

Значительную опасность для резервуарного парка представляют «большие» и «малые» дыхания резервуаров, поскольку при выдохе в атмосферу может выходить значительное количество паров нефтепродукта, а при входе в резервуары поступает воздух, который может разбавлять пары до горючих концентраций [1-4].

### Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Исследование технического состояния авиационных ГТД и энергетических установок в целях составления картограмм газодинамических параметров для диагностики / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 12. – С. 45-50.

2. Виноградов В.Ю. Контроль технического состояния авиационных ГТД по акустическим параметрам, измеренным на срезе сопла двигателя / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 3. – С. 53-57.

3. Акимов В.А. Природные и техногенные чрезвычайные ситуации: опасности, угрозы, риски / В.А. Акимов, В.Д. Новиков, Н.Н. Радаев. – М.: Деловой экспресс, 2001. – 345 с.

4. Волков О.М. Пожарная безопасность резервуаров с нефтепродуктами / О.М. Волков. – М.: Недра, 2004. – 360 с.

## АНАЛИЗ ВОЗМОЖНЫХ ПРИЧИН ПОВРЕЖДЕНИЯ РЕЗЕРВУАРОВ ПРИ ОБРАЗОВАНИИ ВЗРЫВООПАСНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ

В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, К.И. Евгеньев<sup>1</sup>,  
Г.Д. Коверин<sup>1</sup>, Д.Н. Гадельшина<sup>3</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> ШОР «Атлетика», г. Казань

<sup>3</sup> КНИТУ (КХТИ), г. Казань

*Аннотация.* В статье рассмотрены вопросы образования взрывоопасных концентраций и определены меры безопасности, и разработаны мероприятия по оценке пожаровзрывоопасных свойств нефтепродуктов.

Для резервуаров характерными причинами повреждений могут быть:

- образование повышенных давлений;
- динамические воздействия;
- коррозия и эрозия стенок аппарата;
- смятие корпуса резервуара от воздействия атмосферного давления при создании вакуума во время его опорожнения.

Особую опасность вызывает способность сернистой нефтепродуктов образовывать на воздухе самовоспламеняющиеся пирофорные соединения. Сульфиды железа, образующиеся при действии сероводорода на железо, представляют пожарную опасность. При соприкосновении с воздухом сульфиды, образовавшиеся на металлических стенках аппаратуры, сильно раскаляются и воспламеняют горючие вещества. Наибольшими пирофорными свойствами

обладает соединением железа  $Fe_2S_3$ . Для обеспечения безопасности при работе с сернистыми нефтями предусматриваются следующие мероприятия:

1. внутренняя поверхность емкостей должна очищаться от продуктов коррозии, в которых содержатся пиррофорные соединения;

2. для предотвращения загорания пиррофорных отложений на стенках оборудования перед подготовкой к осмотру и ремонту последние должны заполняться паром по мере их освобождения;

3. подача пара должна производиться с такой интенсивностью, чтобы в них все время поддерживалось давление несколько выше атмосферного, это можно контролировать по выходу водяного пара сверху емкости.

В конце периода пропарки необходимо осуществить дезактивацию пиррофорных отложений (контролируемое окисление их кислородом воздуха) путем подачи в оборудование с помощью дозирочных устройств (контрольных расходомеров) дозированной паровоздушной смеси с содержанием кислорода 3-8 % объемных (15-40 % объемных воздуха) в течение 3-6 часов соответственно. По завершении пропарки оборудование должно быть заполнено водой до верхнего уровня. После заполнения для обеспечения медленного окисления пиррофорных отложений уровень воды необходимо снижать со скоростью не более 0,5 м/ч., пиррофорные соединения должны поддерживаться во влажном состоянии до удаления их с территории ЦПС. [1.2].

#### Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Исследование технического состояния авиационных ГТД и энергетических установок в целях составления картограмм газодинамических параметров для диагностики / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 12. – С. 45-50.

2. Виноградов В.Ю. Контроль технического состояния авиационных ГТД по акустическим параметрам, измеренным на срезе сопла двигателя / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 3. – С. 53-57.

### ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ИХ МНОГОФАКТОРНОСТЬ КАК ВОЗМОЖНЫЙ АСПЕКТ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЯ РЕЗЕРВУАРОВ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, К.И. Евгеньев<sup>1</sup>,  
Г.Д. Коверин<sup>1</sup>, Д.Н. Гадельшина<sup>3</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> ШОР «Атлетика», г. Казань

<sup>3</sup> КНИТУ (КХТИ), г. Казань

*Аннотация.* В статье рассмотрены вопросы образования взрывоопасных концентраций и определены меры безопасности, и разработаны мероприятия по оценке пожаровзрывоопасных свойств нефтепродуктов.

К аварийным ситуациям при хранении нефтепродукта нередко приводит осадка основания РВС. Осадка основания в основном происходит не равномерно,

наибольшего значения она достигает около стенок и наименьшего в центре. В результате местного повреждения краев основания в корпусе и днище резервуара развиваются значительные напряжения, которые могут привести к изменению формы цилиндрической оболочки с образованием выпучин и вмятин. Как показывает практика, разрушение резервуаров происходит чаще всего не при первом гидравлическом испытании, а после несколько лет эксплуатации. Характер разрушения зависит от многих факторов: качества монтажа, условий эксплуатации резервуаров.

Как показывает опыт эксплуатации стальных вертикальных резервуаров, особенно резервуаров большой вместимости, практически сразу после гидравлического испытания возникает неравномерная осадка между его центральной частью и стенкой из-за различного удельного давления на грунт от массы стенки и от гидростатической нагрузки. Давление под стенкой колеблется в пределах 0,9-1,5 МПа, а в средней части не более 0,1-0,2 МПа. Из практики эксплуатации резервуаров известны случаи, когда разница осадки между центральной и периферийной частью днища достигает 0,6-0,8 м.

Осадка оснований резервуаров, вызываемая деформацией грунтов, является неизбежным явлением в практике эксплуатации резервуаров. Осадка основания возникает в результате сжатия грунта под нагрузкой, вызванной массой конструкции резервуара и хранимой в нем жидкости.

Неравномерная осадка и местные просадки по периметру днища резервуара также являются неизбежными вследствие невозможности достижения одинаковой степени уплотнения грунтов искусственного основания.

Большие неравномерные осадки по площади днища и по его периметру вызывают дополнительные деформации в конструктивных элементах резервуаров. Особенно в нижнем узле сопряжения стенки с окрайкой днища и связанные с ними дополнительные напряжения. Сочетание значительных эксплуатационных напряжений с дополнительными от неравномерной осадки может привести к разрушению узла сопряжения или к разрыву полотнища днища. В мировой практике эксплуатации стальных резервуаров известны случаи разрушения резервуаров, вызванные неравномерными осадками основания. [1.2].

### **Список литературы**

1. Виноградов В.Ю. Исследование технического состояния авиационных ГТД и энергетических установок в целях составления картограмм газодинамических параметров для диагностики / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 12. – С. 45-50.

2. Виноградов В.Ю. Контроль технического состояния авиационных ГТД по акустическим параметрам, измеренным на срезе сопла двигателя / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 3. – С. 53-57.

# ВЛИЯНИЕ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ НА ЭКОЛОГИЮ ГОРОДА В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ

В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, К.И. Евгенийев<sup>1</sup>, Г.Д. Коверин<sup>1</sup>,  
Д.Н. Гадельшина<sup>3</sup>, А.В. Казакова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> ШОР «Атлетика», г. Казань

<sup>3</sup> КНИТУ (КХТИ), г. Казань

*Аннотация.* В статье рассмотрены вопросы мероприятия по безопасности труда, правильной организации условий труда, и безопасность жизнедеятельности, разработать меры по снижению негативного влияния на рабочих предприятия.

Механическая обработка металлов на станках в цехах механической обработки сопровождается выделением пыли, туманов масел и эмульсий, которые через вентиляционную систему выбрасываются из помещений. Значительное выделение пыли наблюдается при механической обработке древесины, стеклопластика, графита и других неметаллических материалов. Так, при обработке текстолита выделение пыли (г/ч) составляет: на токарных станках 50...80; на фрезерных – 100...120; на зубофрезерных – 20...40.

При механической обработке полимерных материалов одновременно с пылью могут выделяться пары различных химических веществ и соединений (фенола, формальдегида, стирола и др.), входящих в состав обрабатываемых материалов.

Ниже приведено количество (г) паров воды, туманов масел и эмульсии, выделяющихся в 1 ч при работе станков в расчете на 1 кВт мощности устанавливаемых на станках электродвигателей.

Количество (г) паров воды, туманов масел и эмульсии, выделяющихся в 1 ч при работе станков в расчете на 1 кВт мощности устанавливаемых на станках электродвигателей [1,2].

В процессах шлифования и полирования выделяется большое количество тонкодисперсной пыли. Пыль, образующаяся в процессе абразивной обработки, на 30-40 % состоит из материала абразивного круга, на 60-70 % – из материала обрабатываемого изделия.

Количество выделяющейся пыли зависит от размеров и твердости обрабатываемого материала, диаметра и окружной скорости круга, а также способа подачи изделия.

При зачистке и шлифовке изделий выделяется более 50 г/ч пыли с одного станка.

## Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Исследование технического состояния авиационных ГТД и энергетических установок в целях составления картограмм газодинамических параметров для диагностики / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 12. – С. 45-50.

2. Виноградов В.Ю. Контроль технического состояния авиационных ГТД по акустическим параметрам, измеренным на срезе сопла двигателя / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 3. – С. 53-57.

## ВЛИЯНИЕ МАСЛЯНОГО ТУМАНА НА ЭКОЛОГИЮ ГОРОДА

В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, К.И. Евгеньев<sup>1</sup>, Г.Д. Коверин<sup>1</sup>,  
Д.Н. Гадельшина<sup>3</sup>, А.В. Казакова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> ШОР «Атлетика», г. Казань

<sup>3</sup> КНИТУ (КХТИ), г. Казань

*Аннотация.* В статье рассмотрены вопросы мероприятия по безопасности труда, правильной организации условий труда, и безопасность жизнедеятельности, разработать меры по снижению негативного влияния на рабочих предприятия.

Назначение: Агрегат «Venturi» предназначен для очистки воздуха от водяного, масляного и др. аэрозоля; способен задерживать неприятные запахи очищаемого воздуха. Используется для прямого удаления и фильтрации аэрозоля СОЖ, образующегося в процессе механической обработки металлов.

Конструкция: Агрегат «Venturi» представляет собой устройство, в едином корпусе которого размещены элементы многоступенчатой очистки и высокоэффективный вентилятор.

Корпус агрегата состоит из трех частей: нижней, средней и верхней. Нижняя часть выполнена в виде 2-х накопительных ванн для жидкости. Ванны одновременно являются опорами агрегата. Средняя часть корпуса представляет собой фильтровально-вентиляторную камеру, которая содержит внутри себя фильтрующие элементы трехступенчатой системы фильтрации, центробежный вентилятор, а также имеет в наружной передней стенке входной патрубков для загрязненного воздуха. Верхняя часть корпуса выполнена в виде воздуховыпускной камеры, в верхней стенке которой имеется решетка для выпуска очищенного воздуха. Корпус выполнен из хромистой стали.

Принцип действия: Загрязненный аэрозолем воздух засасывается аппаратом через входной патрубков фильтровально-вентиляторной камеры. Внутри камеры воздух подвергается трехступенчатой очистке. Первая ступень – влаго-маслоотделитель системы «X-CYCLONE®» типа RZX. Вся жидкость, задержанная системой «X-CYCLONE®», стекает в накопительную ванну. Вторая ступень – очистка воздуха от мелких частиц аэрозоля; включает в себя предфильтр (класс F9) и главный фильтр (класс H13). Третья ступень – задержание запахов с помощью фильтрующего элемента, наполненного активированным углем.

Пройдя все ступени очистки, воздух засасывается вентилятором и выбрасывается через воздуховыпускную камеру наружу, в производственное помещение.

Назначение: Кассетный фильтр (рисунок 4) масляного тумана предназначен для очистки воздуха от мелко-среднедисперсных частиц различных видов пыли, паров смазочно-охлаждающей жидкости СОЖ, масляного тумана / аэрозоля, эмульсионного тумана и т.п. маслосодержащих выделений, выделяющихся во время металлообработки и прочих процессов, сопровождаемых выделением взвешенных вредных частиц размером до 0,01 микрона. Фильтр масляного тумана не подходит для очистки воздуха от масел с высокой вязкостью.

## Список литературы

1. Мельников А.А. Безопасность жизнедеятельности. Топографо-геодезические и землеустроительные работы / А.А. Мельников. – М.: Трикста, 2012. – 332 с.

2. Микрюков В.Ю. Безопасность жизнедеятельности: учебник / В.Ю. Микрюков. – М.: КноРус, 2013. – 288 с.

## ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СЕРВЕРНОЙ КОМНАТЕ

В.Ю. Виноградов<sup>1,3</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, К.И. Евгеньев<sup>1</sup>, Г.Д. Коверин<sup>1</sup>,

Д.Н. Гадельшина<sup>3</sup>, А.В. Казакова<sup>3</sup>, Я.Е. Игошин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> ШОР «Атлетика», г. Казань

<sup>3</sup> КНИТУ (КХТИ), г. Казань

*Аннотация.* Обеспечение здоровых и безопасных условий труда является предпосылкой для высокой производительности труда, залогом сохранения трудовых ресурсов, а также устойчивого социально-экономического развития государства в целом [1].

Электропроводку постоянного тока рекомендуется размещать в закрытом сухом помещении. Это производственное помещение классифицируется как помещение с повышенной электроопасностью, так как имеется возможность одновременного прикосновения к частям аппаратуры, находящимся под напряжением, и заземленным элементам стоек и конструкций. Кабель сети постоянного тока проложен на лотках. В производственных помещениях и электропомещениях для выполнения электропроводок следует применять провода и кабели с оболочками только из трудногораемых или негораемых материалов. При этом под электропомещениями подразумеваются помещения или отгороженные части помещений, доступные только для квалифицированного персонала, обслуживающего данные электроустановки. Соединительные и ответвительные коробки и изоляционные корпуса соединительных и ответвительных сжимов должны быть, как правило, изготовлены из негораемых или трудногораемых материалов.

Наименование оборудования	Единица измерения	Количество	Потребляемая мощность, Вт	
			Единицей	Всего
Вновь устанавливаемое оборудование				
ПК диспетчера	шт.	1	400	400
OptiX OSN 3500	шт.	1	500	500
Установленное существующее оборудование (включая установки электрического освещения, кондиционирования и др.)			1050	
Итого	Мощность $P_c$ вновь установленного оборудования			900
	Мощность $P$ установленного (существующего) оборудования			1050

Поскольку напряжение фазное переменного тока составляет 220 В, помещение является помещением с повышенной опасностью поэтому прокладка кабеля должна выполняться на высоте 2,5 м от пола. Безопасность труда является целью защиты труда. Речь идет о непосредственной охране жизни и здоровья сотрудника на протяжении его профессиональной деятельности. Для этого необходимо проведение технических, организационных и эргономических мероприятий, для чего издаётся целый ряд законов и других правовых норм.

### Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Вопросы по организации служебных каналов и обработка заголовков / В.Ю. Виноградов, А.Ю. Виноградов, А.А. Сайфуллин, Т.О. Соколов, А.А. Заднев, А.В. Тюрин // Доклады IV международной научно-технической конференции; под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2017. – 47с.

## ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОСЛЕАВАРИЙНОГО РЕЖИМА РАБОТЫ В СЕРВЕРНОЙ КОМНАТЕ

В.Ю. Виноградов<sup>1,3</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, К.И. Евгеньев<sup>1</sup>, Г.Д. Коверин<sup>1</sup>,

Д.Н. Гадельшина<sup>3</sup>, А.В. Казакова<sup>3</sup>, Я.Е. Игошин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> ШОР «Атлетика», г. Казань

<sup>3</sup> КНИТУ (КХТИ), г. Казань

*Аннотация.* Обеспечение здоровых и безопасных условий труда является предпосылкой для высокой производительности труда, залогом сохранения трудовых ресурсов, а также устойчивого социально-экономического развития государства в целом [1].

В установленном режиме количество теплоты, выделяемое в проводнике единичной длины за 1 с, равно количеству теплоты, отводимому за 1 с с поверхности этого проводника:  $Q = Q_{\text{отв}}$

При указанных выше значения температуры среды и температуры жил величина перегрева составит: 40 °С

Длительная допустимая температура нагрева жил с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией в послеаварийном режиме не должна превышать 65 °С. Определим допустимое значение токов, для электропроводок сетей постоянного и переменного тока в послеаварийном режиме при температуре жил 65 °С и окружающей среды 25 °С.

Тогда для проводника сети постоянного тока в расчете на единицу длины количество теплоты, отводимое с поверхности за 1 с, составит:

$$Q_{\text{отв}} = S \cdot T_n = 10 \cdot 0,035 \cdot 40 = 13,823 \text{ Вт/м}$$

Сопrotивление медного проводника кабеля ВВГнг сечением 95 мм<sup>2</sup> в расчете на единицу длины при температуре 65°С находим, учитывая, что  $k_{\theta} = 1,183$  для  $T = 65$  °С:

$$R_0 = \frac{1,02 \cdot \rho_{20^{\circ}}}{q} \cdot k_{\theta} = \frac{1,02 \cdot 1,75 \cdot 10^{-8}}{95 \cdot 10^{-6}} \cdot 1,183 = 2,223 \cdot 10^{-4} \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

Тогда, полагая  $Q = Q_{\text{отв}}$ , из (8.4) находим допустимое значение тока для послеаварийного режима для электропроводки постоянного тока:

$$I = \sqrt{\frac{Q_{\text{отв}}}{R_0}} = \sqrt{\frac{13,823}{2,223 \cdot 10^{-4}}} = 247 \text{ А},$$

Для проводника сети переменного тока количество тепла, отводимое с его поверхности за 1 с, в расчете на единицу длины составит):

$$Q_{\text{отв.пер}} = \cdot S \cdot \tau_n = 10 \cdot 0,039 \cdot 40 = 15,432 \text{ Вт/м}$$

Сопротивление алюминиевого проводника сечением 120 мм<sup>2</sup> при температуре  $T = 65 \text{ }^\circ\text{C}$  в расчете на единицу длины находим по формуле, учитывая, что  $k_{\square} = 1,17$ :

$$R_{\text{пер}} = \frac{1,02 \cdot \rho_{20^0}}{q} \cdot k_{\theta} = \frac{1,02 \cdot 3 \cdot 10^{-8}}{120 \cdot 10^{-6}} \cdot 1,17 = 2,984 \cdot 10^{-4} \text{ Ом}\cdot\text{м}$$

Величину допустимого тока каждой фазы для сети переменного тока находим, подставляя в значения  $Q_{\text{отв. пер}}$  и  $R_{\text{пер}}$  соответствующие температуре проводников 65 °С:

$$I_{\text{пер}} = \sqrt{\frac{Q_{\text{отв.пер}}}{R_{\text{пер}}}} = \sqrt{\frac{15,432}{2,984 \cdot 10^{-4}}} = 227,427 \text{ А},$$

Общий вывод: существующая проводка достаточна для подключения нового оборудования. Защита и безопасность труда – это все мероприятия, которые способствуют защите жизни и здоровья работающих людей, сохранению их рабочей силы и организации справедливого человеческого труда [1].

### Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Вопросы по организации служебных каналов и обработка заголовков / В.Ю. Виноградов, А.Ю. Виноградов, А.А. Сайфуллин, Т.О. Соколов, А.А. Заднев, А.В. Тюрин // Доклады IV международной научно-технической конференции; под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2017. – 47с.

## ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ В СЕРВЕРНОЙ КОМНАТЕ

В.Ю. Виноградов<sup>1,3</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, К.И. Евгеньев<sup>1</sup>, Г.Д. Коверин<sup>1</sup>,

Д.Н. Гадельшина<sup>3</sup>, А.В. Казакова<sup>3</sup>, Я.Е. Игошин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> ШОР «Атлетика», г. Казань

<sup>3</sup> КНИТУ (КХТИ), г. Казань

*Аннотация.* Обеспечение здоровых и безопасных условий труда является предпосылкой для высокой производительности труда, залогом сохранения трудовых ресурсов, а также устойчивого социально-экономического развития государства в целом [1].

В местах прохода проводов и кабелей через стены, межэтажные перекрытия или выхода их наружу необходимо обеспечить возможность смены электропроводки. Для этого проход должен быть выполнен в трубе, коробе, проеме и т.п. С целью предотвращения проникновения и скопления воды, распространения пожара в местах прохода через стены, перекрытия или выхода наружу следует заделывать зазоры между проводами, кабелями и трубой (коробом, проемом и т.п.) а также резервные трубы (короба, проемы и т. п.) легко удаляемой массой из негорячего материала. Безопасность труда на предприятии отображает состояние, при котором человек защищен от несчастных случаев и профессиональных заболеваний в рабочем процессе [1].

Расчёт эксплуатационных параметров электропроводки заключается в определении допустимых значений тока и возможностей отвода тепла с проводников после подключения аппаратуры связи в случае нормальной и послеаварийных ситуаций эксплуатации.

Значение тока  $I_{пр}$ , потребляемого при установке проектируемой аппаратуры:

$$I_{пр} = \frac{P_c}{U} = \frac{900}{54} = 16,667 \text{ А}$$

где  $P_c$  – мощность, потребляемая устанавливаемой аппаратурой, Вт;

$U = 54\text{В}$  – напряжение на выходе электропитающей установки.

Для уже установленного оборудования:

$$I_{уст} = \frac{P}{U} = \frac{1050}{54} = 19,444 \text{ А}$$

В части обеспечения безопасности жизнедеятельности в проекте был проведен расчет эксплуатационных параметров электропроводки для нормального и послеаварийного режима работы.

### Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Вопросы по организации служебных каналов и обработка заголовков / В.Ю. Виноградов, А.Ю. Виноградов, А.А. Сайфуллин, Т.О. Соколов, А.А. Заднев, А.В. Тюрин // Доклады IV международной научно-технической конференции; под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2017. – 47с.

## ВОПРОСЫ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ АБОНЕНТСКОЙ СЕТИ

В.Ю. Виноградов<sup>1,3</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, К.И. Евгеньев<sup>1</sup>, Г.Д. Коверин<sup>1</sup>,  
Д.Н. Гадельшина<sup>3</sup>, А.В. Казакова<sup>3</sup>, Я.Е. Игошин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> ШОР «Атлетика», г. Казань

<sup>3</sup> КНИТУ (КХТИ), г. Казань

*Аннотация.* Обеспечение безопасных условий труда является предпосылкой для высокой производительности труда, залогом сохранения трудовых ресурсов, а также устойчивого социально-экономического развития государства в целом [1].

К обслуживанию оборудования сети передачи данных допускаются лица, имеющие группу электробезопасности не ниже III. Устранение повреждений и извлечение блоков (модулей) можно производить только после отключения электропитания. Ремонтно-восстановительные и наладочные работы на неотключенном оборудовании допустимо производить не менее чем двумя лицами, одно из которых должно иметь группу электробезопасности не ниже IV. Для обеспечения безопасности персонала, монтирующего и обслуживающего технологическое оборудование, должно быть предусмотрено устройство заземления в соответствии с ГОСТ 464-79. Требования охраны труда, производственной санитарии и техники безопасности обеспечиваются следующими проектными решениями: защитным заземлением корпусов оборудования, каркасов шкафов и ящиков, нормально не находящихся под напряжением, но которые могут оказаться под напряжением в результате аварии в электрических цепях; размещением оборудования с максимально возможными удобствами для его обслуживания и эксплуатации; прокладкой кабелей и проводов вне зоны опасного влияния электросетей; нанесением предупреждающих надписей и знаков опасности на лицевой стороне дверей и крышек, закрывающих доступ к токоведущим частям оборудования, находящихся под напряжением до 1000В; наличием индивидуальных средств защиты у персонала, находящегося на объекте; подключением электрооборудования к системам электропитания через автоматические выключатели; прокладкой резиновых диэлектрических ковриков у оборудования[1]. Противопожарные мероприятия обеспечиваются следующими решениями:

- установкой токораспределительных устройств с автоматическими выключателями;
- выбором кабелей, рекомендованных для прокладки в помещениях цеха СП на металлоконструкциях;
- выбором установок защиты, рассчитанных на соответствующую нагрузку.

### **Список литературы**

*3. Виноградов В.Ю. Вопросы по организации служебных каналов и обработка заголовков / В.Ю. Виноградов, А.Ю. Виноградов, А.А. Сайфуллин, Т.О. Соколов, А.А. Заднев, А.В. Тюрин // Доклады IV международной научно-технической конференции; под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2017. – 47с.*

# ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ШИРОКОПОЛОСНОЙ СЕТИ

В.Ю. Виноградов<sup>1,3</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, К.И. Евгеньев<sup>1</sup>, Г.Д. Коверин<sup>1</sup>,

Д.Н. Гадельшина<sup>3</sup>, А.В. Казакова<sup>3</sup>, Я.Е. Игошин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> ШОР «Атлетика», г. Казань

<sup>3</sup> КНИТУ (КХТИ), г. Казань

*Аннотация.* Обеспечение безопасных условий труда является предпосылкой для высокой производительности труда, залогом сохранения трудовых ресурсов, а также устойчивого социально-экономического развития государства в целом [1].

В зависимости от класса обслуживания, подключаемым абонентам может предоставляться либо гарантированная полоса пропускания (CBR), либо негарантированная (UBR). Классы сервиса содержат ряд параметров, которые определяют гарантии качества сервиса. Рассмотрим несколько классов сервиса - CBR, UBR и UBR+. Сервис CBR (constant bit rate, сервис с постоянной битовой скоростью) представляет собой наиболее простой класс сервиса. Когда сетевое приложение устанавливает соединение CBR, оно заказывает пиковую скорость трафика ячеек (peak cell rate, PCR), которая является максимальной скоростью, которое может поддерживать соединение без риска потерять ячейку. Затем данные передаются по этому соединению с запрошенной скоростью – не более и, в большинстве случаев, не менее. В отличие от CBR, сервис UBR (unspecified bit rate, неопределенная битовая скорость) не определяет ни битовую скорость, ни параметры трафика, ни качество сервиса. Сервис UBR предлагает только доставку «по возможности», без гарантий по утере ячеек, задержке ячеек или границам изменения задержки. Разработанный специально для возможности превышения полосы пропускания, сервис UBR представляет собой адекватное решение для тех непредсказуемых «взрывных» приложений, которые не готовы согласиться с фиксацией параметров трафика. Вместе с тем, UBR позволяет обеспечить максимальную пропускную способность в том, случае, когда происходит сложение нескольких потоков данных, имеющих разнесенные во времени пики нагрузки [1]. Главными недостатками подхода UBR являются отсутствие управления потоком данных и неспособность принимать во внимание другие типы трафика. Когда сеть становится перегруженной, UBR-соединения продолжают передавать данные. Коммутаторы сети могут буферизовать некоторые ячейки поступающего трафика, но в некоторый момент буфера переполняются и ячейки теряются. А так как UBR-соединения не заключали никакого соглашения с сетью об управлении трафиком, то их ячейки отбрасываются в первую очередь. Для устранения этого недостатка в мультиплексорах допускается использование режима UBR+, который предоставляет возможность устанавливать минимально гарантированную скорость передачи – MCR.

## Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Вопросы по организации служебных каналов и обработка заголовков / В.Ю. Виноградов, А.Ю. Виноградов, А.А. Сайфуллин, Т.О. Соколов, А.А. Заднев, А.В. Тюрин // Доклады IV международной научно-технической конференции; под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2017. – 47с.

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ВЕРХНЕУСЛОНСКОГО РАЙОНА РТ

В.Ю. Виноградов<sup>1,3</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, К.И. Евгеньев<sup>1</sup>, Г.Д. Коверин<sup>1</sup>,

Д.Н. Гадельшина<sup>3</sup>, А.В. Казакова<sup>3</sup>, Я.Е. Игошин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> ШОР «Атлетика», г. Казань

<sup>3</sup> КНИТУ (КХТИ), г. Казань

*Аннотация.* Обеспечение безопасных условий труда является предпосылкой для высокой производительности труда, залогом сохранения трудовых ресурсов, а также устойчивого социально-экономического развития государства в целом [1].

Состояние окружающей среды в целом по району характеризуется как умеренно-напряженное.

По результатам комплексной оценки качества окружающей среды, проведенной Министерством экологии и природных ресурсов Республики Татарстан в 2007 г., уровень комплексной техногенной нагрузки в районе оценивается выше среднереспубликанского. Наибольший вклад в комплексную техногенную нагрузку вносит использование пестицидов и минеральных удобрений. По состоянию на 2008 г. в Верхнеуслонском муниципальном районе на 10 предприятиях насчитывалось 157 стационарных источников выбросов загрязняющих веществ. Приоритетными веществами, загрязняющими атмосферный воздух, являются: твердые вещества, оксид углерода, диоксид серы. Наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха района внесли предприятия следующих отраслей: строительной, жилищно-коммунального хозяйства и пищевой промышленности [1]. Большую долю в загрязнение атмосферного воздуха района вносит автотранспорт, основные потоки которого проходят через автодороги федерального значения (М7, 1Р241) и регионального значения («Казань – Ульяновск – Камское Устье», «Уланово – Каратун – Патрикеево» и другие дороги). Главным водным объектом района является Куйбышевское водохранилище. Водоохранилище в районе Верхнего Услона по гидрохимическим показателям считается слабозагрязненным. В воде присутствуют следующие ионы – Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Cl<sup>-</sup>, HCO<sup>-</sup>, взвешенные вещества. Уровень загрязненности притоков Куйбышевского водохранилища оценивается как умеренно загрязненный. К характерным загрязняющим веществам относятся нефтепродукты, фенолы, соединения меди. Основными источниками загрязнения рек Свияга, Сулица и их притоков являются молочно-товарные фермы, летние лагеря скота. В большинстве случаев на фермах отсутствуют навозохранилища и

очистные сооружения. Навоз, как правило, складывается в бурты непосредственно на территории ферм или около них. Часть его в качестве удобрения вывозится на поля, в т.ч. и расположенные в пределах водоохранных зон.

Загрязнение рек в пределах населенных пунктов происходит в результате складирования на берегах бытовых отходов и мусора с приусадебных участков. Источником попадания в воду нефтепродуктов являются корабли, катера и моторные лодки. На чистоту водохранилища существенно влияют многочисленные места для купания, особенно неорганизованные.

### Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Вопросы по организации служебных каналов и обработка заголовков / В.Ю. Виноградов, А.Ю. Виноградов, А.А. Сайфуллин, Т.О. Соколов, А.А. Заднев, А.В. Тюрин // Доклады IV международной научно-технической конференции; под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2017. – 47с.

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ НАПРАВЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ВЕРХНЕУСЛОНСКОГО РАЙОНА РТ

В.Ю. Виноградов<sup>1,3</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, К.И. Евгеньев<sup>1</sup>, Г.Д. Коверин<sup>1</sup>,  
Д.Н. Гадельшина<sup>3</sup>, А.В. Казакова<sup>3</sup>, Я.Е. Игошин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> ШОР «Атлетика», г. Казань

<sup>3</sup> КНИТУ (КХТИ), г. Казань

*Аннотация.* Обеспечение экологически безопасных условий труда является предпосылкой для высокой производительности труда, залогом сохранения трудовых ресурсов, а также устойчивого социально-экономического развития государства в целом [1].

Состояние окружающей среды в целом по району характеризуется как умеренно-напряженное.

По результатам комплексной оценки качества окружающей среды, Водоохранные зоны загрязнены мусором и бытовыми отходами. Основная часть загрязнений аккумулируется в балках и малых реках, происходит обмеление, заиливание рек, притоков водохранилища, в котором накопление загрязнений происходит в донных отложениях. Загрязнителями малых рек, притоков водохранилища, а также основного ложа являются животноводческие фермы и комплексы предприятия по переработке сельхозпродукции, поверхностные стоки с полей, с которых выносятся минеральные удобрения при интенсивной эрозии почв в период весенних и летних паводков [1]. Хозяйственная деятельность человека оказывает определенное отрицательное воздействие на состояние почв района, растут масштабы и виды деградации почв. Среди основных причин деградации – эрозия. Также эти процессы возникают вследствие технологического переуплотнения и утраты комковато-зернистой структуры, приводящей к ухудшению водных свойств, воздушного и теплового режима. Эрозия вносит существенную пестроту в структуру почвенного покрова и снижает плодородие

почв. На эродированных почвах снижается эффективность удобрений, возрастают расходы на их обработку. Основными причинами, обуславливающими ухудшение агрофизических свойств почв, является обработка почвы с нарушением оптимальных сроков, переуплотнение почв с применением сельскохозяйственной техники на колесном ходу, недостаточное внесение органических удобрений в почву, малая доля в севооборотах многолетних трав, усиление минерализации и др. Вредное воздействие на состояние земель оказывает ряд других факторов, прежде всего это техногенное загрязнение земель: засоление, загрязнение пестицидами, радионуклидами, нефтепродуктами, сточными водами, отходами производства и потребления.

Предприятия и жилой сектор территории Верхнеуслонского района являются источниками образования промышленных и хозяйственно-бытовых отходов. Технология захоронения твердых бытовых отходов на существующих свалках представляет серьезную опасность для окружающей среды, являясь мощным загрязнителем атмосферного воздуха, почвы и грунтовых вод.

### Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Вопросы по организации служебных каналов и обработка заголовков / В.Ю. Виноградов, А.Ю. Виноградов, А.А. Сайфуллин, Т.О. Соколов, А.А. Заднев, А.В. Тюрин // Доклады IV международной научно-технической конференции; под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2017. – 47с.

## ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ И ПАМЯТНИКИ ПРИРОДЫ РТ

В.Ю. Виноградов<sup>1,3</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, К.И. Евгеньев<sup>1</sup>, Г.Д. Коверин<sup>1</sup>,  
Д.Н. Гадельшина<sup>3</sup>, А.В. Казакова<sup>3</sup>, Я.Е. Игошин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> ШОР «Атлетика», г. Казань

<sup>3</sup> КНИТУ (КХТИ), г. Казань

*Аннотация.* Обеспечение экологически безопасных условий труда является предпосылкой для высокой производительности труда, залогом сохранения трудовых ресурсов, а также устойчивого социально-экономического развития государства в целом [1].

На территории Республики Татарстан и Верхнеуслонского муниципального района расположены следующие особо охраняемые природные территории, являющиеся памятниками природы регионального значения:

- «Свияжский» государственный природный заказник регионального значения комплексного профиля (расположен в полосе предволжских широколиственных лесов, площадь в пределах Верхнеуслонского района 3949,36 га);

- «Печищинский геологический разрез», площадь 5,8 га;

- «Каменный овраг» расположен у с. Печищи, площадь 12,05 га;

- «Овраг Черемушки» расположен севернее с. Печищи на расстоянии около 2 км, площадь 3,0 га;
- река Свяга;
- река Сулица;
- озеро «Озеро» располагается в Верхнем Услоне, 1,4 км северо-восточнее д.Юматово, площадь 0,15 га;
- зоостанция КГУ (массив Дачный), Свяжское участковое лесничество, водная акватория с прилегающими островами в районе пристани Дачная, площадь 187,01 Га
- «Горный сосняк», Чулпанихинское участковое лесничество, квартал 45, площадь 70 га;
- «Клыковский склон» у с. Набережные Моркваши, площадь 10 га;
- «Ташевские склоны», площадь 600 га;
- «Кураловские родники»;
- стратиграфический разрез казанского и уржумского ярусов у п. Кзыл-Байрак.

В сентябре 2007 г. Президиум Международного координационного совета МАБ Юнеско принял решение о включении Свяжского государственного природного заказника регионального значения комплексного профиля (ГПКЗ) в состав Большого Волжско-Камского биосферного резервата. Для выполнения своих функций резерват имеет три зоны – основную, буферную и переходную. В Верхнеуслонском районе расположены все три зоны. Основная зона включает государственный природный заказник регионального значения комплексного профиля «Свяжский», главной функцией которого является сохранение, изучение и восстановление экосистем и ландшафтов [1].

#### **Список литературы**

*1. Виноградов В.Ю. Вопросы по организации служебных каналов и обработка заголовков / В.Ю. Виноградов, А.Ю. Виноградов, А.А. Сайфуллин, Т.О. Соколов, А.А. Заднев, А.В. Тюрин // Доклады IV международной научно-технической конференции; под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2017. – 47с.*

### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ КРАЕВЕДЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЕРХНЕУСЛОНСКОГО РАЙОНА РТ**

В.Ю. Виноградов<sup>1,3</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, К.И. Евгеньев<sup>1</sup>, Г.Д. Коверин<sup>1</sup>,  
Д.Н. Гадельшина<sup>3</sup>, А.В. Казакова<sup>3</sup>, Я.Е. Игошин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> ШОР «Атлетика», г. Казань

<sup>3</sup> КНИТУ (КХТИ), г. Казань

*Аннотация.* В статье рассматриваются вопросы совершенствования краеведческой деятельности. Природа наделила его своеобразной красотой: привольные равнины чередуются с лесными чащами, холмами, оврагами и долинами. Особую прелесть и очарование пейзажу придают реки Волга, Свяга, Сулица [1].

Район находится в северо-восточной части Приволжской возвышенности, на правом берегу реки Волги и ее притока реки Свияги. Территория района – 1302,82 км<sup>2</sup>.

На севере и северо-западе район граничит с Зеленодольским муниципальным районом, на востоке через водораздел реки Волги – с Кировским районом г. Казани и Лаишевским муниципальным районом. На юге и юго-западе граничит с Камско-Устьинским, Апастовским и Кайбицким районами (прил.1).

По своим природно-климатическим условиям район характеризуется умеренным континентальным климатом и переходом почвенно-растительных зон от леса к степи. Леса разбросаны по всему району на площади 24677 га. Рельеф в основном, волнисто-равнинный с обрывами и долинами рек, наличием оврагов и балок. Почвы по механическому составу глинистые и тяжелосуглинистые. Из полезных ископаемых в районе выделяются известняки, глины, доломиты, пески и песчаники [2].

Верхнеуслонский район образован в октябре 1931 года, ранее он входил в состав Свияжского уезда Казанской губернии. В этом прекрасном уголке земли на долгие века неразрывными узами переплелись судьбы живущих в большой единой семье татар, русских, чувашей и представителей других национальностей.

Сегодня Верхнеуслонский район – один из экономически стабильных районов в Республике Татарстан. Промышленность в Верхнеуслонском районе представлена двумя кирпичными заводами, комбинатом хлебопродуктов и хлебозаводом, карьером по добыче щебня и известковой муки, молочным заводом, предприятием по производству квасного сула и патоки мальтозной, заводом по производству рыбной продукции, ГБУ «Приволжсклес», производством катеров [17].

Неотъемлемой частью исторического облика района являются объекты культурного наследия федерального значения – это Комплекс сооружений Макарьевой пустыни: собор Вознесения 1829 года, колокольня 1839 года и архимандритский корпус 1886 года. Также на территории района расположено около 15 объектов культурного наследия республиканского значения, 24 памятника археологии, истории и архитектуры.

### **Список литературы**

*1. Виноградов В.Ю. Вопросы по организации служебных каналов и обработка заголовков / В.Ю. Виноградов, А.Ю. Виноградов, А.А. Сайфуллин, Т.О. Соколов, А.А. Заднев, А.В. Тюрин // Доклады IV международной научно-технической конференции; под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2017. – 47с.*

# ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОЦЕНКИ УСЛОВИЙ ТРУДА НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ

В.Ю. Виноградов<sup>1,3</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, К.И. Евгеньев<sup>1</sup>, Г.Д. Коверин<sup>1</sup>,  
Д.Н. Гадельшина<sup>3</sup>, А.В. Казакова<sup>3</sup>, Я.Е. Игошин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> ШОР «Атлетика», г. Казань

<sup>3</sup> КНИТУ (КХТИ), г. Казань

*Аннотация.* В статье рассматриваются вопросы совершенствования краеведческой деятельности. Природа наделила его своеобразной красотой: привольные равнины чередуются с лесными чащами, холмами, оврагами и долинами. Особую прелесть и очарование пейзажу придают реки Волга, Свияга, Сулица [1].

Задачей научной организации труда в области условия труда является приведение всех производственных факторов в оптимальное состояние в целях повышения работоспособности и сохранения жизнедеятельности работников. Важной предпосылкой организации работы по созданию благоприятных условий труда является объективная оценка их фактического уровня. Поскольку производственные условия труда рассматриваются с точки зрения их влияния на организм работающего человека, постольку оценка их фактического состояния должна основываться на учете последствий этого влияния. При этом очень важно наряду с анализом и оценкой отдельных элементов.[1]. Условия труда непосредственно на рабочем месте, участке, в цехе представляют собой совокупность факторов производственной среды, оказывающих влияние на работоспособность и здоровье человека в процессе труда. Количественная и качественная оценка совокупного воздействия всех факторов производственной среды на работоспособность, здоровье и жизнедеятельность человека находит выражение в показателе тяжести труда. Тяжесть труда характеризует совокупное воздействие всех элементов, составляющих условия труда на работоспособность, жизнедеятельность и восстановление рабочей силы. О степени тяжести труда можно судить по изменениям в организме. Различают 3 функциональных состояния организма: нормальное, пограничное между нормой и патологией и патологичное. Разработанная НИИ труда классификация выделяет 6 категорий тяжести работ в зависимости от степени воздействия условий труда на человека.

## Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Вопросы по организации служебных каналов и обработка заголовков / В.Ю. Виноградов, А.Ю. Виноградов, А.А. Сайфуллин, Т.О. Соколов, А.А. Заднев, А.В. Тюрин // Доклады IV международной научно-технической конференции; под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2017. – 47с.

# ВНЕДРЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ БОРТОВЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОЦЕНКИ ДВИГАТЕЛЯ ПО ПРОДЛЕНИЮ РЕСУРСА

В.Ю. Виноградов<sup>1,3</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, К.И. Евгеньев<sup>1</sup>, Г.Д. Коверин<sup>1</sup>,

Д.Н. Гадельшина<sup>3</sup>, А.В. Казакова<sup>3</sup>, Я.Е. Игошин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> ШОР «Атлетика», г. Казань

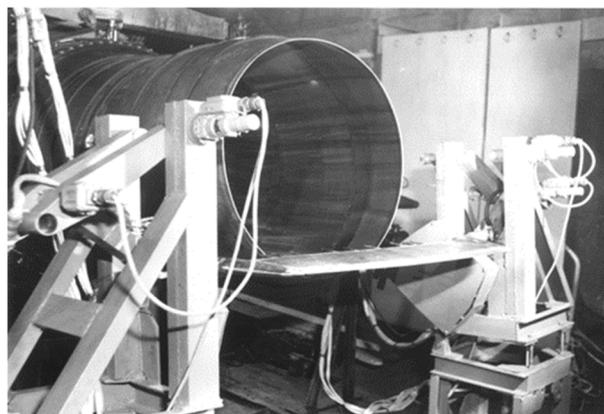
<sup>3</sup> КНИТУ (КХТИ), г. Казань

*Аннотация.* В статье рассматриваются вопросы совершенствования краеведческой деятельности. Природа наделила его своеобразной красотой: привольные равнины чередуются с лесными чащами, холмами, оврагами и долинами. Особую прелесть и очарование пейзажу придают реки Волга, Свияга, Сулица [1].

Результаты многочисленных исследований по оценки фактической нагруженности планера и двигателя в эксплуатации показывают, что фактическая эксплуатационная нагруженность военных самолетов существенно ниже расчетной.

В современных условиях при обслуживании и ремонту военных самолетов по ресурсу из-за разброса накопленной усталостной повреждаемости планера и двигателя часть парка самолетов преждевременно направляется в ремонт.

Реализовать потенциал силовых элементов самолета и двигателя по нагруженности, тем самым обеспечит контроль за техническим состоянием изделия с помощью внедрение автоматизированной диагностической системы контроля (АДСК).



Система контроля

Которая может проводить контроль и диагностику авиационных ГТД по акустическим и газодинамическим параметрам на выходе сопла двигателя.

Внедрение АДСК и оснащение самолетов вычислителями позволит оценить фактический ресурс планера и двигателя и исходя из реальных условий эксплуатации продлить ресурс за счет резервов. Что потребует разработки методов планирования и управления расходом ресурса и сроками проведения контрольных проверочных работ.

В связи с этим должна быть подготовлена нормативно-техническая документация для перехода на эксплуатацию по техническому состоянию.

## Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Вопросы по организации служебных каналов и обработка заголовков / В.Ю. Виноградов, А.Ю. Виноградов, А.А. Сайфуллин, Т.О. Соколов, А.А. Заднев, А.В. Тюрин // Доклады IV международной научно-технической конференции; под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2017. – 47с.

2. Виноградов В.Ю. Вопросы по организации волоконнооптической линии Казань-Чебоксары / В.Ю. Виноградов, А.Ю. Виноградов, А.А. Сайфуллин // Доклады IV международной научно-технической конференции; под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2017. – 48с.

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВНЕДРЕНИЯ ЧЕРНОГО ЯЩИКА НА АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ

В.Ю. Виноградов<sup>1,3</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, К.И. Евгеньев<sup>1</sup>, Г.Д. Коверин<sup>1</sup>,  
Д.Н. Гадельшина<sup>3</sup>, А.В. Казакова<sup>3</sup>, Я.Е. Игошин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> ШОР «Атлетика», г. Казань

<sup>3</sup> КНИТУ (КХТИ), г. Казань

*Аннотация.* В результате широкого использования на автотранспорте автомобильных «черных ящиков» в городе или области должно существенно, на 25-30 %, снизиться количество ДТП.

Снижение количества ДТП будет обусловлено повышением дисциплины водителей, так как будет обеспечен постоянный контроль за скоростью движения ТС, временем в пути и действиями водителя.

В случае ДТП будет объективно установлена его причина, что позволит применить меры дисциплинарного и административного воздействия к виновнику.

Кроме того, автопредприятия в результате контроля за сменным (суточным) пробегом ТС смогут получать более точную информацию о расходе топлива.

### Описание автомобильного «черного ящика» - УРПД

Конструктивно «черный ящик» выполнен в прямоугольном корпусе с габаритными размерами 150x80x60 мм. Масса УРПД - не более 0.5 кг.

В базовой комплектации УРПД обеспечивает сбор, регистрацию и сохранение в защищенном твердотельном накопителе следующих параметров:

- время астрономическое;
- идентификационные параметры транспортного средства и владельца;
- перегрузка по осям X, Y, Z;
- скорость;
- угол поворота колес;
- включение правого указателя поворота;
- включение левого указателя поворота;
- включение дальнего света;
- включение ближнего света;
- уровень тормозной жидкости;
- включение тормозов;
- включение ручного тормоза.

Время записи параметров ТС - 8...24 часа. Питание изделия осуществляется от штатной сети ТС напряжением 12 или 24 V. [1,2,3,4,5].

Состав УРПД:

- блок регистрации со встроенным твердотельным акселерометром;
- датчик положения колес;
- датчик скорости (при необходимости);
- комплект эксплуатационных документов.

### Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Вопросы по организации служебных каналов и обработка заголовков / В.Ю. Виноградов, А.Ю. Виноградов, А.А. Сайфуллин, Т.О. Соколов, А.А. Заднев, А.В. Тюрин // Доклады IV международной научно-технической конференции; под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2017. – 47с.

2. Виноградов В.Ю. Вопросы по организации волоконнооптической линии Казань-Чебоксары / В.Ю. Виноградов, А.Ю. Виноградов, А.А. Сайфуллин // Доклады IV международной научно-технической конференции; под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2017. – 48с.

## ИСКУССТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА

В.Ю. Виноградов<sup>1,3</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, К.И. Евгеньев<sup>1</sup>, Г.Д. Коверин<sup>1</sup>,

Д.Н. Гадельшина<sup>3</sup>, А.В. Казакова<sup>3</sup>, Я.Е. Игошин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> ШОР «Атлетика», г. Казань

<sup>3</sup> КНИТУ (КХТИ), г. Казань

*Аннотация.* В сфере производства существенную роль играет рациональная организация рабочего места, организация труда. При правильном освещении повышается производительность труда, улучшаются условия безопасности, снижается утомляемость.

При недостаточном освещении рабочий плохо видит окружающие предметы и плохо ориентируется в производственной обстановке. Успешное выполнение рабочих операций требует от него дополнительных усилий и большого зрительного напряжения. Неправильное и недостаточное освещение может привести к созданию опасных ситуаций. Искусственное освещение для производственных и вспомогательных зданий промышленных предприятий должно соответствовать нормам искусственного освещения.

Недостаток естественного света восполняется искусственным освещением. Кроме того, от особенностей организации искусственного освещения, кажущихся весьма незначительными, во много зависит и производительность труда, и безопасность работы, и сохранность зрения, и архитектурный облик помещения. Искусственное освещение проектируется с применением электрических ламп накаливания или люминесцентных ламп.

При выполнении точных зрительных работ (например, фрезерных, токарных) в местах, где оборудование создает глубокие резкие тени или рабочие поверхности расположены вертикально (штампы, гильотинные ножницы), наряду с общим освещением применяют местное. Совокупность местного и общего освещения называют комбинированным освещением. Применение одного местного освещения внутри производственных помещений не допускается, поскольку образуются резкие тени, зрение быстро утомляется и создается опасность производственного травматизма. [1,2].

### Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Вопросы по организации служебных каналов и обработка заголовков / В.Ю. Виноградов, А.Ю. Виноградов, А.А. Сайфуллин, Т.О. Соколов, А.А. Заднев, А.В. Тюрин // Доклады IV международной научно-технической конференции; под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2017. – 47с.

2. Виноградов В.Ю. Вопросы по организации волоконнооптической линии Казань-Чебоксары / В.Ю. Виноградов, А.Ю. Виноградов, А.А. Сайфуллин // Доклады IV международной научно-технической конференции; под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2017. – 48с.

## ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ TEMPO READ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНДИКАТОРОВ САНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВЫ

М.В. Куркина<sup>1</sup>, Л.В. Малыхина<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта,

<sup>2</sup> Калининградский государственный технический университет,  
г. Калининград

*Аннотация.* Изучалась возможность системы TEMPO Read, предназначенной для анализа показателей качества пищевых продуктов, определять санитарно-показательные микроорганизмы в почвенных образцах с целью оценки санитарного состояния почвы. Проведенные исследования позволили получить данные о количественном содержании мезофильных аэробов, колиформных бактерий, *E.coli*, *Staphylococcus aureus* в почве и оценить качество почвы по микробиологическим показателям.

Почва является главным резервуаром и естественной средой обитания микроорганизмов, которые принимают участие в процессах формирования и очищения почвы, а также круговорота веществ в природе [1]. В составе почвенной микрофлоры обнаруживаются аммонифицирующие, нитрифицирующие, азотфиксирующие, целлюлозоразрушающие бактерии, микроскопические грибы, актиномицеты, а также микроорганизмы, участвующие в круговороте серы, железа, фосфора и др. [2]. С выделениями человека и животных, с фекально-бытовыми сточными водами в почву попадают патогенные и условно-патогенные

микроорганизмы. Они могут стать причиной различных заболеваний: ботулизма, столбняка, газовой гангрены, сибирской язвы, бруцеллеза, лептоспироза, кишечных инфекций и др. [3].

Для оценки качества почвы по микробиологическим показателям с целью определения пригодности почвы для размещения жилых домов, детских учреждений, водопроводных сооружений и мест отдыха, проводят санитарно-бактериологическое исследование почвы. Обнаружение в исследуемых образцах санитарно-показательных микроорганизмов в значениях, превышающих допустимые нормы, свидетельствует о загрязнении почвы выделениями человека и животных.

Для определения санитарно-показательных микроорганизмов используют классический метод, основанный на выделении микроорганизмов на различных питательных средах с последующим подсчетом выросших колоний. Полученные результаты выражают в коли-титре, перфрингенс-титре и в колонии образующих единицах (КОЕ) разных групп микроорганизмов в 1 грамме почвы.

Целью данной работы явилось определение санитарно-показательных микроорганизмов в почвенных образцах с помощью системы TEMPO Read, предназначенной для подсчета индикаторов качества в пищевых продуктах [4]. Работа системы TEMPO Read основана на классическом микробиологическом методе. Система состоит из двух эргономичных рабочих станций: станция пробоподготовки и станция учета результатов. На станции пробоподготовки выполняется заполнение карты TEMPO® смесью питательной среды с образцом исследуемого материала. Питательные среды TEMPO® обеспечивают быстрый рост бактерий и содержат флуоресцентный индикатор. Карта TEMPO® представляет собой миниатюрный вариант метода наиболее вероятного числа (НВЧ), который включает три ряда пробирок. На станции учета результатов определяется количество микроорганизмов в 1 г исследуемого материала. На основании количества и размера положительных лунок (флуоресцирующих или нефлуоресцирующих) прибор TEMPO Read с помощью статистических методов рассчитывает количество микроорганизмов в исходном образце [4]. В настоящей работе проверялась возможность использования данной системы для определения санитарно-показательных микроорганизмов в почвенных образцах.

Объектами исследования служила почва парков города Калининграда – парк Центральный, парк Южный и парк Макса Ашманна, в каждом из которых, были заложены по одному ключевому участку. Отбор почвенных проб, их хранение и транспортировку осуществляли в соответствии с ГОСТом [5]. Пробы почв отбирали методом «конверта» с глубины 10 см, помещали их в стерильные пергаментные пакеты, наклеивали этикетки с указанием места и времени отбора почв и доставляли в лабораторию микробиологии и биотехнологии БФУ им И. Канта.

Микробиологический анализ проводили в первые сутки после отбора почвенных образцов. Определение индикаторов санитарного состояния почв проводили с помощью системы учета микроорганизмов TEMPO Read, которая позволяет в автоматизированном режиме подсчитать количество мезофильных аэробов, колиформных бактерий, *E. coli*, *Staphylococcus aureus*. Пробоподготовку, заполнение карт исследуемым образцом, инкубацию и интерпретацию

результатов осуществляли в соответствии с инструкцией к прибору TEMPO Read. Данные по количественному содержанию санитарно-показательных микроорганизмов представлены в таблице.

Количественное содержание санитарно-показательных микроорганизмов в почве парков города Калининграда

Группа микроорганизмов	парк Центральный			парк Южный			парк Макса Ашманна		
	весна	лето	осень	весна	лето	осень	весна	лето	осень
<i>Staphylococcus aureus</i> , КОЕ/г	40	<10	<10	<10	<10	<10	<10	2,1*10 <sup>2</sup>	<10
<i>E.coli</i> , КОЕ/г	<10	<10	<10	<10	2,3*10 <sup>2</sup>	1,5*10 <sup>2</sup>	<10	3,7*10 <sup>2</sup>	1,0*10 <sup>2</sup>
Колиформные бактерии, КОЕ/г	<10	4,1*10 <sup>3</sup>	1,1*10 <sup>3</sup>	81	1,8*10 <sup>3</sup>	1,0*10 <sup>3</sup>	80	>4,9*10 <sup>3</sup>	2,3*10 <sup>3</sup>
Мезофильные аэробы, КОЕ/г	> 4,9*10 <sup>5</sup>	>4,9*10 <sup>5</sup>	> 4,9*10 <sup>5</sup>	> 4,9*10 <sup>5</sup>	> 4,9*10 <sup>5</sup>	> 4,9*10 <sup>5</sup>	>4,9*10 <sup>5</sup>	> 4,9*10 <sup>5</sup>	> 4,9*10 <sup>5</sup>

Проведенные исследования показали, что золотистый стафилококк (*Staphylococcus aureus*) был обнаружен в парке Центральном в весенний период в количестве 40 колониеобразующих единиц на грамм почвы и в парке Макса Ашманна в летний период – 2,1\*10<sup>2</sup> КОЕ/г.

Кишечная палочка (*E. coli*) выявлена в почвенных образцах, отобранных в летний и осенний периоды в парке Южном и в Макса Ашманна парке. При этом в летний период количественное содержание *E. coli* было соответственно в 1,5 и 3,7 раза выше, чем в осенний период.

Колиформные бактерии обнаружены в почве всех исследованных парков, однако в парке Макса Ашманна их количество значительно превышало содержание колиформных бактерий в почвах других парков.

Мезофильные аэробы присутствовали в большом количестве во всех почвенных образцах, что свидетельствует о загрязненности почвы.

Таким образом, использование системы TEMPO Read, предназначенной для исследования санитарного качества пищевых продуктов, позволило определить санитарно-показательные микроорганизмы в почвенных образцах. На основании полученных результатов можно оценить санитарное состояние почв парков города Калининграда и сделать заключение о том, что все исследованные парки по количеству мезофильных аэробов относятся к категории загрязненные, а по содержанию *Staphylococcus aureus*, *E.coli*, и колиформных бактерий наиболее загрязненным является парк Макса Ашманна.

### Список литературы

1. Мосина Л.В. Основы экотоксикологии: учебное пособие / Л.В. Мосина. – М.: Изд-во РГАУ – МСХА, 2013. – 100 с.
2. Куркина М.В. Сравнительный анализ групп микроорганизмов в естественных и антропогенно-измененных бурых лесных почвах Калининградского полуострова / М.В. Куркина, А.С. Ващейкин, В.П. Дедков, А.Г. Красноперов // Вестник Балтийского федерального университета им. Иммануила Канта. Вып.7: Сер. Естественные науки. – Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта, 2013. – С.8-14.

3. Бондаренко К.В. Оценка санитарного состояния водоемов города Калининграда / К.В. Бондаренко, М.В. Куркина // Молодежный научный форум: Естественные и медицинские науки. Электронный сборник статей по материалам XLIII студенческой международной заочной научно-практической конференции. – Москва: Изд. «МЦНО». – 2017. – № 3 (42) С. 6-10 / [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: [http://www.nauchforum.ru/archive/MNF\\_nature/3\(42\).pdf](http://www.nauchforum.ru/archive/MNF_nature/3(42).pdf)

4. TEMPO® - индикаторы качества пищевых продуктов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.biomerieux-russia.com/>

5. ГОСТ 17.4.4.02-2017 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа» от 30 ноября 2017 г.

## ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В СОВРЕМЕННОЙ РОССИИ

Ю.В. Антоненко, М.Е. Лисицын, С.В. Антюфьев  
Уральский государственный лесотехнический университет,  
г. Екатеринбург

**Аннотация.** Обозначены самые главные и наиболее актуальные экологические проблемы современного природопользования и экологического образования. Специалист любой сферы, выпускник вуза, должен быть экологически образован и экологически культурен. Экологическое образование предусматривает способность будущего инженера правильно анализировать и устанавливать причинно-следственные связи в результате своей деятельности.

**Ключевые слова:** экологическое образование, природопользование, загрязнение окружающей среды, переработка отходов.

Существуют различные виды природопользования: землепользование, недропользование, водопользование и др.

Каждый человек является природопользователем, который может повлиять на использование природных ресурсов путём экономии воды, энергии, топлива.

Природопользование включает изучение проблем:

- извлечение и переработка природных ресурсов, их возобновление или воспроизводство;
- использование и охрана природных условий среды жизни;
- сохранение и воспроизводство природных систем.

Глобальные экологические проблемы актуальны для России. Следует признать, что страна является одной из самых загрязненных в мире. Это сказывается на качестве жизни и пагубно влияет на здоровье людей. Возникновение экологических проблем в России, как и в других странах, связано с интенсивным влиянием человека на природу, которое приобрело опасный и агрессивный характер [1].

Загрязнение воздуха. Выбросы промышленных отходов ухудшают состояние атмосферы. Негативно для воздуха сгорание автомобильного топлива, а также сжигание угля, нефти, газа, древесины. Вредные частицы загрязняют озоновый слой и разрушают его. Попадая в атмосферу, они вызывают кислотные дожди,

которые в свою очередь загрязняют землю и водоемы. Все эти факторы являются причиной онкологических и сердечно-сосудистых заболеваний населения, а также вымирания животных. Еще загрязнение воздуха способствует изменению климата, глобальному потеплению и увеличению ультрафиолетового солнечного излучения;

**Вырубка лесов.** В стране процесс вырубки лесных массивов практически бесконтрольный, в ходе чего вырубаются сотни гектаров зеленой зоны. Наиболее изменилась экология на северо-западе страны, а также становится актуальной проблема обезлесенья Сибири. Многие лесные экосистемы изменяются для создания сельскохозяйственных угодий. Это приводит к вытеснению многих видов флоры и фауны из мест их обитания. Нарушается круговорот воды, климат становится более сухим и образуется парниковый эффект;

**Загрязнение вод и почвы.** Промышленные и бытовые отходы загрязняют поверхностные и подземные воды, а также почву. Ситуацию ухудшает то, что в стране слишком малое количество водоочистительных сооружений, а большинство эксплуатируемого оборудования устарело. Также сельскохозяйственная техника и удобрения истощают грунты. Существует еще одна проблема – это загрязнения морей разлившимися нефтепродуктами. Ежегодно реки и озера загрязняют отходы химической промышленности. Все эти проблемы ведут к дефициту питьевой воды, поскольку многие источники непригодны даже для применения воды в технических целях. Также это способствует разрушению экосистем, вымирают некоторые виды животных, рыб и птиц;

**Бытовые отходы.** В среднем на каждого жителя России приходится 400 кг твердых бытовых отходов в год. Единственный выход – это переработка отходов (бумага, стекло). Предприятий, которые занимаются утилизацией или переработкой отходов действует в стране очень мало;

**Радиоактивное загрязнение.** На многих атомных станциях оборудование устарело, и ситуация приближается к катастрофической, ведь в любой момент может случиться авария. Кроме того, недостаточно утилизируются радиоактивные отходы. Радиоактивное излучение опасных веществ вызывает мутацию и гибель клеток в организме человека, животного, растения. Загрязненные элементы попадают в организм вместе с водой, едой и воздухом, откладываются, и последствия облучения могут проявиться спустя время [2];

**Уничтожение заповедных зон и браконьерство.** Эта незаконная деятельность ведет к гибели как отдельных видов флоры и фауны, так и уничтожению экосистем в целом.

Какие меры необходимо предпринять?

Для того чтобы решить экологические проблемы лесов России и уменьшить их вырубку, потребуется:

- установить менее выгодные условия экспорта древесины, в особенности ценных ее пород;

- улучшить условия труда лесников;

- усилить контроль вырубки деревьев непосредственно в лесах.

Для очистки воды необходимы:

- реорганизация очистных сооружений, большинство из которых не справляется со своими функциями ввиду устаревшего и во многом неисправного оборудования;

- пересмотр технологий переработки и утилизации отходов производства;
- усовершенствование процессов утилизации бытовых неорганических отходов.

Для очистки воздуха нужно следующее [2, 3]:

- применение более современных и экологически чистых видов топлива, которые давали бы возможность существенно сократить выброс вредных веществ в атмосферу;

- усовершенствование фильтров на предприятиях тяжелой промышленности.

Для уменьшения количества бытовых отходов:

- помимо усовершенствования способов утилизации бытовых отходов потребуется также решить вопрос с использованием более экологичных материалов при изготовлении, к примеру, упаковок для продуктов;

- для уменьшения загрязненности лесопосадок и других мест отдыха необходима организация работы с населением на экологические темы, а также введение жестких штрафных санкций за выброс неорганического мусора в неполюженном месте [3].

Обозначены только самые главные и наиболее актуальные экологические проблемы России, на самом деле их гораздо больше. И только от человека зависит насколько будет ухудшаться ситуация в стране и дальше. Люди должны сами следить за средой, которая их окружает.

В настоящее время каждый человек, независимо от его специальности, должен быть экологически образован и экологически культурен. Экологически культурная личность должна обладать экологическим мышлением, то есть уметь правильно анализировать и устанавливать причинно-следственные связи экологических проблем и прогнозировать экологические последствия человеческой деятельности. Экологическое поведение личности в быту, в процессе производственной деятельности, на отдыхе и др., которое должно быть экологически оправданным и целесообразным.

### Список литературы

1. Протасов В.Ф. *Экология, здоровье и природопользование в России / Под ред. В. Ф. Протасова.* – М.: Финансы и статистика, 1995. – 528 с.

2. *Экологические основы природопользования: учеб. пособие для студентов учреждений сред. проф. образования / под ред. Ю.М. Соломенцева.* – М.: Высшая школа, 2002. – 253 с.

3. *Экология: учебное пособие для бакалавров: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям 190601, 140104, 140501, 140503, 150202, 150204, 151001, 190301, 280102 / А.В. Тотай [и др.]; под общ. ред. А.В. Тотая.* - 3-е изд., испр. и доп. – М.: Юрайт, 2013. – 411 с.

# ОСНОВЫ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ АВТОКЛАВНО-СОДОВЫХ РАСТВОРОВ ВОЛЬФРАМА

В.П. Зайцев<sup>1,2</sup>, И.И. Бочкарева<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Новосибирский государственный университет водного транспорта,  
г. Новосибирск

<sup>2</sup> Сибирский государственный университет геосистем и технологий,  
г. Новосибирск

*Аннотация.* Предлагается новый принцип организации переработки автоклавно-содовых растворов вольфрама, который позволяет организовать замкнутый цикл многократного использования выщелачивающего раствора соды, исключить использования кислот, уменьшить объемы сбросных растворов солей, снизить число операций по очистке растворов и вовлечь в производство бедные руды и отвалы

Традиционный гидрометаллургический процесс получения вольфрама из рудных концентратов включает стадии автоклавно-содового выщелачивания концентратов с последующим сорбционным или экстракционным извлечением вольфрама из подкисленного раствора, предварительно очищенного от примесей. Ограничением данной технологии являются требования по нейтрализации всех излишков соды и щелочи, содержание которых в растворах может быть значительным.

Мы предлагаем новый принцип организации технологического процесса, позволяющий существенно изменить схему переработки вольфрамовых руд, создать замкнутый цикл многократного использования содового раствора выщелачивания, исключить использование кислот, снизить объемы солевых растворов, сократить объемы работ по очистке растворов и обеспечить поступление в эксплуатацию бедных руд и отвалов.

Дробник и Льюис [1] показали, что вольфрамат-ион извлекается из карбонатных и щелочных растворов карбонатом соли четвертичного аммониевого основания (ЧАО) по уравнению



где символами «O» и «B» показаны вещества в органической или в водной фазах соответственно. Полные расчеты технологических операций экстракции и очистки были выполнены на основе данных из работы [2], где выявлено, что экстрагируемость анионов снижается в ряду:

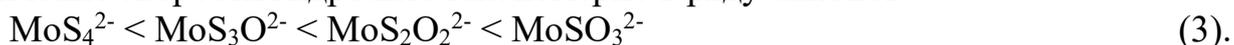


в соответствии с увеличением их энергии гидратации в воде. Расчетный коэффициент разделения ионов  $WO_4^{2-}/CO_3^{2-}$  достаточен для полного извлечения вольфрама совместно с молибденом.

Исследование условий гидратации и сольватации анионов в неводной фазе позволило подобрать состав растворителя, обеспечивающий нормальные технологические результаты с предельной емкостью экстрагента по вольфраму до 50 г/л [3]. Одновременно с экстракцией вольфрама происходит глубокая очистка вольфрама от примесей фтора, мышьяка, кремния, фосфора и катионов всех металлов.



скорости реакции гидролиза первого порядка по комплексу молибдена. Увеличение скорости гидролиза закономерно в ряду анионов:



По общему кислотному механизму реакции гидролиза тиокомплексов молибдена константа скорости реакции будет увеличиваться для протогенных соединений, такие как каприловая кислота, ди-2-этилгексилфосфорная кислота, 4-трет.бутилфенол и октанол, которые часто используются в качестве модификатора для повышения растворимости солей ЧАО в ненасыщенных углеводородах (Рис. 2).

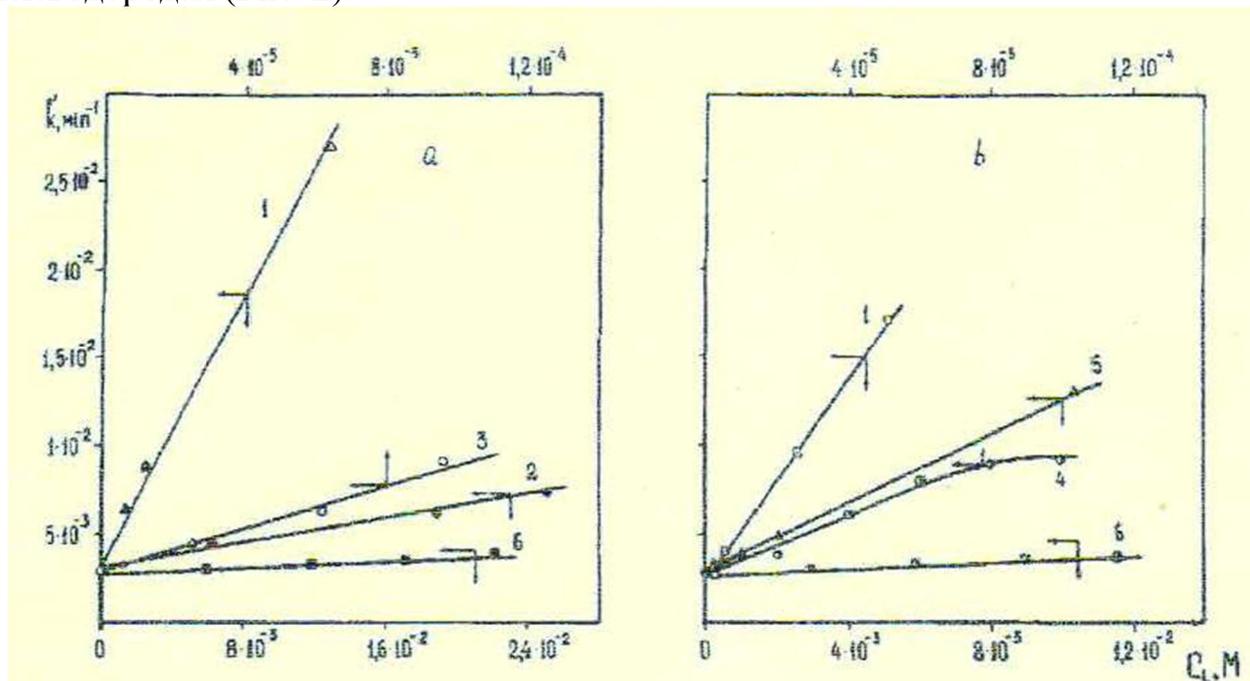
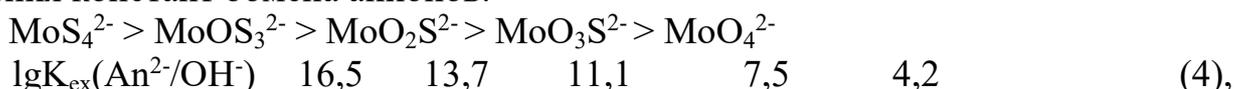


Рис. 2. Каталитическое действие октанола (1), 4-трет-бутилфенола (2), ди-2-этилгексилфосфорной кислоты (3), каприловой кислоты (4), п-бромфенола (5) и трибутилфосфата (6) при гидролизе солей  $(\text{R}_4\text{N})_2\text{MoS}_4$  (а) и  $(\text{R}_4\text{N})_2\text{MoOS}_3$  (б) в толуоле

Однако было установлено, что константа скорости изучаемой реакции гидролиза тиокомплексов молибдена в неводных растворах не описывается эмпирическим уравнением Бренстеда, связывающим константу скорости с константой диссоциации протона. Невыполнение этого соотношения обусловлено существенным вкладом сольватации анионного тиокомплекса молибдена протогенными добавками.

В результате исследования гидролиза тиокомплексов молибдена в неводном растворе для анионного обмена были найдены условия и определены численные значения констант обмена анионов:



из которых видно, что с увеличением степени замещения кислорода серой в тиокомплексах молибдена происходит повышение селективности анионообменного извлечения молибдена солями четвертичных аммониевых оснований.

В предлагаемой технологии очистка вольфрама от молибдена осуществляется в отдельном замкнутом цикле экстрагента путем избирательного

извлечения молибдена непосредственно из вольфрамового реэкстракта после добавления необходимого количества гидросульфида аммония (Рис. 1). Молибден можно удалить из органической фазы хлоридом аммония в присутствии перекиси водорода с получением парамолибдата аммония [5].

Для расчета распределения всех компонентов сложного раствора и минимизации основных параметром процесса разработана математическая модель, с помощью которой проведены расчеты операций экстракции, реэкстракции, отмывки и регенерации экстрагента [6]. Испытания на пилотной установке подтвердили надежность расчета по модели всех основных параметров технологического процесса.

### Список литературы

1. Дробник Д.Л. *Гидрометаллургия* / Д.Л. Дробник, К.Д. Льюис. – М.: *Металлургия*, 1971. – С. 232-243.
2. Чичагова Г.Н., Гиндин Л.М., Иванов И.М. // *Изв. СО АН СССР. Сер. хим. наук.* – 1973. – № 2. – С. 56-63.
3. Иванов И.М., Зайцев В.П. // *Изв. СО АН СССР. Сер. хим. наук.* – 1978. – № 4. – С. 18-26.
4. Зайцев В.П., Ус Т.В., Федин В.П. // *Сибирский хим. журн.* – 1993. – Вып. 2. – С. 38-45.
5. Зайцев В.П., Ус Т.В., Миронов Ю.В., Калиш Н.К. // *Ж. неорган. химии.* – 1996. – Т. 41, № 3. – С. 524-529.
6. Иванов И.М., Чернявский Л.И., Вадаш П.И. // *Изв. СО АН СССР.* – 1992. – Сер. хим. наук. – № 5. – С. 82-88.

## РАЗРАБОТКА ЭКСТРАКЦИОННОЙ СХЕМЫ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ И АФФИНАЖА ВОЛЬФРАМА

В.П. Зайцев

Новосибирский государственный университет водного транспорта,  
г. Новосибирск

*Аннотация.* Показана экстракция и реэкстракция вольфрама из автоклавно-содовых растворов выщелачивания. Определены оптимальные условия проведения осаждения паравольфрамата аммония.

При содовом и щелочном вскрытии шеелитового и вольфрамитового концентратов последующая переработка растворов выщелачивания предусматривает их нейтрализацию и подкисление, что является основным источником невозполнимых потерь соды и кислоты. Эта проблема становится еще более серьезной при переходе к бедным концентратам и растворам автоклавно-содового выщелачивания. В этом случае экономически важным является не только извлечение вольфрама, но и сохранение соды и кислоты.

Многие из перечисленных проблем можно разрешить при использовании экстракционного метода выделения вольфрама из карбонатных растворов выщелачивания [1]. Сущность метода заключается в селективной экстракции

вольфрама непосредственно из карбонатных растворов без корректировки состава раствора выщелачивания. После извлечения металла водный раствор может быть использован повторно для целей вскрытия руд.

Укрупненная проверка возможности концентрирования вольфрама при экстракции его из растворов автоклавно-содового вскрытия была проведена на противоточной экстракционной установке. При извлечении вольфрама из бедных растворов с содержанием 5-10 г/л  $WO_3$ , степень извлечения была не ниже 60 %. Путем двойного концентрирования при экстракции и реэкстракции получен рафинат с содержанием вольфрама 100-120 г. При упаривании реэкстрактов выделяется паравольфрамат аммония (ПВА) и образуются продукты разложения солей  $NH_4HCO_3$  и  $(NH_4)_2CO_3$ .

Метод пригоден для целей экстракционного аффинажа вольфрама при переработке карбонатных, щелочных и аммиачных вольфрам содержащих растворов. В процессе противоточной экстракции и реэкстракции вольфрама происходит глубокая очистка его от примесей фтора, кремния, мышьяка, фосфора и других элементов. С целью оптимизации процесса отделения вольфрама от молибдена проведены исследования по осаждению ПВА.

При кристаллизации ПВА из карбонатных растворов установлено, что степень очистки ПВА от молибдена зависит от глубины упаривания. Лучшие результаты получены при упаривании раствора на 67-75 % объема. При этом осаждение вольфрама составляло 70-75 % от его общего количества, а содержание молибдена в ПВА уменьшилось в 15-20 раз по сравнению с исходным. Установлено заметное влияние pH среды на степень загрязнения ПВА молибденом. При кристаллизации раствора, содержащего 10,4 % Мо (по отношению к  $WO_3$ ), изменение pH от 9,0 до 7,8 приводит к увеличению молибдена в ПВА от 0,47 до 1,75 %.

### Список литературы

1. Иванов И.М. Цветные металлы / И.М. Иванов, В.П. Зайцев. – 1995. – № 7. – С. 47-51.

## ПРИМЕНЕНИЕ ВТОРИЧНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Е.А. Моргачева, И.Н. Пугачева, С.С. Никулин  
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет  
инженерных технологий»,  
г. Воронеж

*Аннотация.* В работе показан перспективный подход к переходу к экономике замкнутого цикла, который основан на внедрении технологий направленных на переработку отходов производства и потребления. Показано, что применение текстильных отходов в виде порошкообразных добавок в производстве эластомерных композиций позволяет повысить ресурсосбережение всего процесса, и снизить объемы образующихся отходов производства и потребления.

В настоящее время в разрезе приоритетных задач, поставленных государством важным, является наращивание мощностей по импортозамещению производств в различных отраслях промышленности. Одним из перспективных путей достижения необходимого уровня импортозамещения является внедрение инновационных технологий в существующие производственные процессы. Востребованными являются те инновационные технологии, которые позволяют вовлечь в повторный производственный цикл отходы производств и потребления, и тем самым обеспечить переход к экономике замкнутого цикла. Зачастую отходы одних производств могут быть ценным сырьем для производства другой отрасли промышленности. Так отходы легкой промышленности могут использоваться в строительной отрасли. Однако, объемы перерабатываемых отходов невелики, и большая их часть утилизируется. В тоже время текстильные отходы, образующиеся на предприятиях текстильной промышленности, могут быть переработаны в добавки для эластомерных композиций. Такие композиции в дальнейшем могут быть использованы для получения на их основе резинотехнических изделий с улучшенными эксплуатационными характеристиками.

В ранее опубликованных работах [1,2] представлены исследования о возможности переработки текстильных отходов легкой промышленности в волокнистые добавки для синтетических каучуков. Такие добавки вводятся в синтетические каучуки на стадии их изготовления, тем самым способствуя равномерному распределению волокна в получаемой полимерной матрице. Такой способ ввода позволяет ввести в каучук до 10 кг/т каучука волокнистой добавки. Для увеличения дозировки вводимой добавки целесообразно волокнистые отходы перевести в порошкообразное состояние.

Для получения порошкообразной добавки волокна измельчали, и обрабатывали концентрированным раствором серной кислоты, при постоянном перемешивании и нагревании [3]. Таким способом была получена кислая порошкообразная добавка, поскольку в ее составе оставались остатки серной кислоты. Также была получена нейтральная порошкообразная добавка, путем нейтрализации кислой порошкообразной добавки раствором щелочи (гидроксида натрия). Для того, чтоб оценить влияние полученных добавок на процесс изготовления эластомерных композиций были проведены экспериментальные исследования.

Порошкообразные добавки (нейтральная и кислая) вводили в латекс бутадиен-стирольного каучука СКС-30 АРК на стадии его коагуляции. В качестве коагулирующего агента использовали водный раствор хлорида магния (10 % мас.), в качестве подкисляющего агента – раствор серной кислоты (2 % мас.). Введение добавок осуществляли совместно с коагулирующим агентом. Такой способ ввода позволял, во-первых, достичь равномерного распределения добавки в объеме получаемой крошке каучука, во-вторых, исключить потери порошкообразной добавки с серумом и промывными водами. Дозировку порошкообразных добавок выдерживали 10-100 кг/т каучука (таблица).

## Влияние порошкообразных добавок на полноту выделения каучука из латекса

Расход MgCl <sub>2</sub> , кг/т каучука	Без добавки	Дозировка порошкообразной добавки, кг/т каучука					
		кислая			нейтральная		
		30	50	70	30	50	70
3	27,2	50,9	51,2	49,0	35,8	39,5	38,0
6	48,5	69,2	70,0	69,2	53,9	50,4	53,0
9	62,0	75,6	86,2	81,2	60,9	65,4	66,1
10	74,8	86,2	90,4	95,9	81,4	85,4	89,4
15	80,6	97,2	94,6	96,8	97,5	97,8	98,0
20	89,5	98,8	97,9	97,8	98,0	98,1	98,2
25	92,0	99,1	98,8	99,5	99,1	99,5	98,6

Анализ полученных данных показал, что введение порошкообразных добавок положительно отражается на процессе выделения каучука из латекса. При всех рассмотренных дозировках добавок наблюдается увеличение выхода крошки каучука. Совместное введение добавки с коагулирующим агентом позволяет снизить расход коагулянта в 1,5-2 раза. Необходимо отметить, что применение кислой порошкообразной добавки позволяет снизить расход подкисляющего агента на 60-90 %. Причем уровень снижения расхода подкисляющего агента зависит от дозировки вводимой кислой добавки. При дозировке более 70 кг/т каучука, применение подкисляющего агента не требуется.

Таким образом, разработка технологий по применению отходов производства и потребления в повторном производственном цикле является перспективным подходом к переходу к экономике замкнутого цикла.

### Список литературы

1. Пугачева И. Композиционные материалы: получение, свойства и применение / И. Пугачева, С. Никулин // LAP LAMBERT Academic Publishing. 2017 – 219 с.
2. Чернышова А.В. Многофункциональные добавки – модификаторы эмульсионных каучуков / А.В. Чернышова, В.С. Лаптиева, В.В. Филатова, И.Н. Пугачева // Фундаментальные исследования. – 2017. – №4 (Ч.2). – С. 305-309.
3. Пугачева И.Н. Применение многофункциональных добавок в производстве эластомерных композиций / И.Н. Пугачева, С.С. Никулин, Л.А. Харитонова // Химическая промышленность сегодня. – 2017. – №2. – С. 37-44.

## ИССЛЕДОВАНИЕ НАБУХАНИЯ АМИНОАЦЕТАТА КРАХМАЛА

А.В. Протопопов, А.А. Батвинова, С.А. Супоня  
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,  
г. Барнаул

*Аннотация.* В работе рассмотрен способ получения сложных эфиров крахмала с аминокислотой. Изучена растворимость полученных сложных эфиров крахмала. Получение сложных эфиров крахмала подтверждено методом ИК-спектроскопии.

Полисахариды представляют собой чрезвычайно интересную группу биогенных полимеров, используемых организмами для выполнения важнейших функций, таких как хранение энергии, а также для различных структурных и защитных функций. О многом говорит тот факт, что эволюция наделила микроорганизмы, атакующие растения, обширным набором ферментативных инструментов, которые разлагают полисахаридные материалы, составляющие основную часть защиты растений. Кроме того, полисахаридные строительные блоки являются основными продуктами фотосинтетических путей, которые используют солнечную энергию для поддержания жизни в том виде, в каком мы ее знаем. В результате полисахариды обнаруживаются в биомассе в большом количестве. Крахмал, в частности, является вторым по распространенности полисахаридом и действует в растениях как хранилище энергии.

Нами были проведены опыты по синтезу сложных эфиров крахмала с аминокислотой в поле СВЧ. Полученные продукты анализировали на содержание связанной кислоты в полученном сложном эфире крахмала.

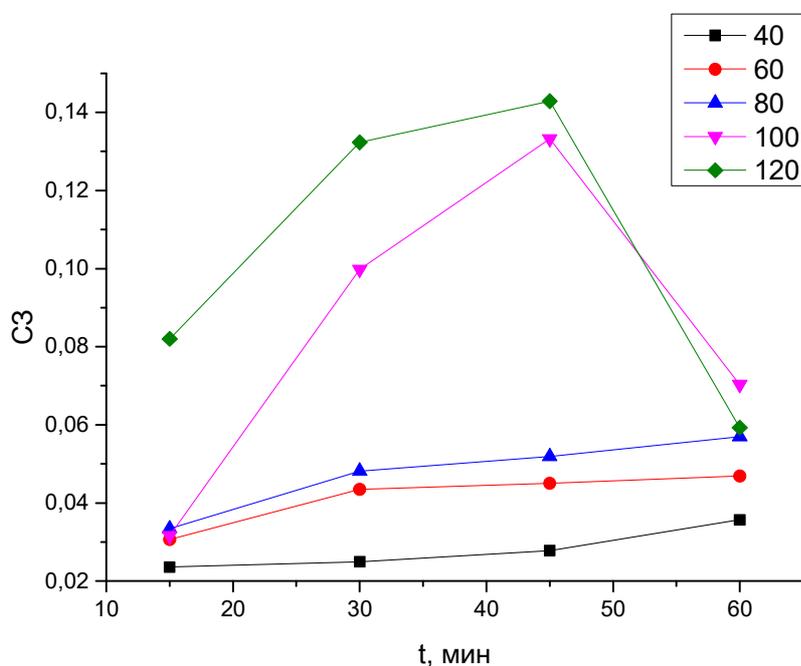


Рис. 1. Степень замещения в сложных эфирах крахмала

Исследование методом ИК-спектроскопии полученных продуктов, показало образование сложноэфирной связи в модифицированном крахмале.

При проведении процесса при температурах до 80 °C наблюдается возрастание степени замещения с увеличением продолжительности выдержки образца. При более высоких температурах на начальном периоде выдержки наблюдается более высокая степень замещения, однако впоследствии при увеличении продолжительности выдержки происходит ее снижение, при этом увеличение температуры отрицательно сказывается на взаимодействии крахмала с кислотой. Увеличение температуры в данных условиях проведения синтеза приводит к деструкции крахмала до сахаридов и их распаду.

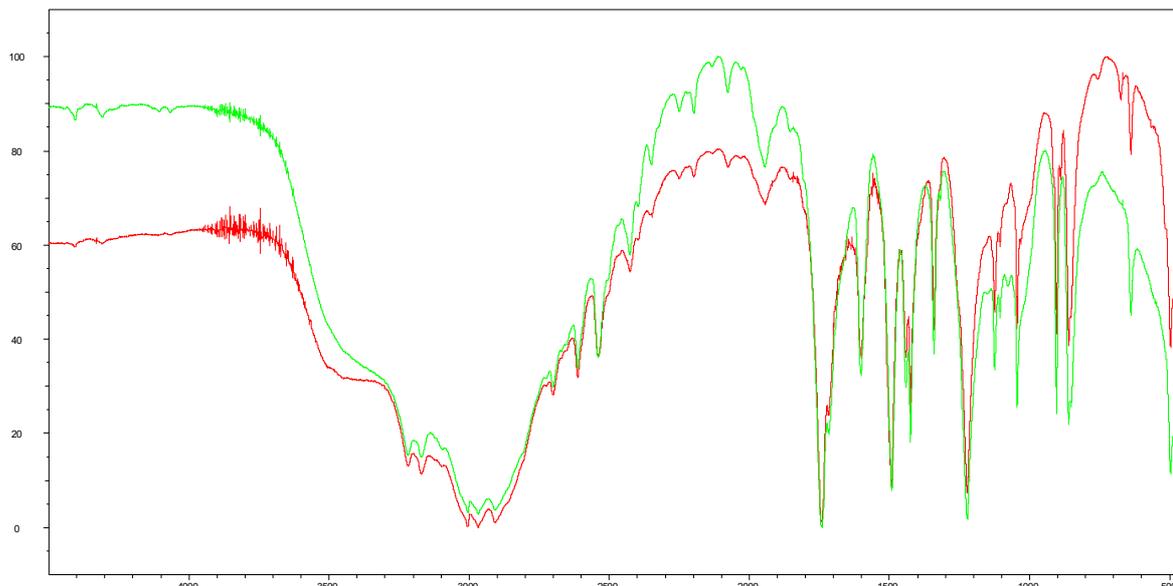


Рис. 2. ИК-спектр полученных сложных эфиров крахмала

В дальнейшем изучена растворимость полученных сложных эфиров крахмала в воде при различных температурах. Для растворимости были выбраны продукты полученные при 45 минутах выдержки. Продукты полученные при 40, 60 и 80 °С начали растворяться при 35 °С, при этом у полученного раствора отсутствовало начало клейстеризации и его вязкость не изменялась до 90 °С. Для продуктов полученных при 100 и 120 °С во всем диапазоне температур отсутствовала растворимость.

В ходе проведенных исследований были получены сложные эфиры крахмала с аминокислотой с различной степенью замещения. Предложенный метод позволяет получать самые различные сложные эфиры крахмала с карбоновыми кислотами, тем самым широко варьируя эмульгирующие свойства получаемых модифицированных крахмалов и область их применения.

### Список литературы

1. J. Singh, L. Kaur, and O. J. McCarthy, «Factors influencing the physico-chemical, morphological, thermal and rheological properties of some chemically modified starches for food applications—a review,» *Food Hydrocolloids*, vol. 21, no. 1, pp. 1-22, 2007.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КИСЛОЙ СРЕДЫ НА АЦИЛИРОВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ ЛИМОННОЙ КИСЛОТОЙ

Н.А. Бикмаева, Е.А. Николаева, А.В. Протопопов  
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,  
г. Барнаул

**Аннотация.** В работе рассмотрен способ получения сложных эфиров древесины с лимонной кислотой при воздействии СВЧ излучения при использовании различных катализаторов. Получение сложных эфиров древесины подтверждено методом ИК-спектроскопии. Методом микроскопии рассмотрены изменения в структуре древесины.

Древесина представляет собой пористый трехмерный, гигроскопичный, вязкоупругий, анизотропный биополимерный композит, состоящий из взаимосвязанной матрицы целлюлозы, гемицеллюлозы и лигнина с небольшим количеством неорганических элементов и органических экстрактивных веществ. Некоторые, но не все, гидроксильные группы полимера клеточной стенки доступны для влаги, и эти доступные гидроксилы образуют водородные связи с водой. По мере накопления слоев воды клеточная стенка расширяется, чтобы вместить воду, что приводит к увеличению объема древесины/воды до точки насыщения волокна. Повышенный уровень влажности также дает возможность большому разнообразию микроорганизмов колонизироваться и начать процесс гниения. Если эти доступные гидроксильные группы химически заменить более крупными и более гидрофобными химическими группами, связанное химическое вещество может расширять клеточную стенку до тех пор, пока она не достигнет предела эластичности. А если гидрофобная природа замещенных групп существенно снижает уровень влажности клеточной стенки, древесина больше не будет поддерживать колонизацию микроорганизмов. Эта модифицированная древесина достигает высокого уровня стабильности размеров и долговечности. Одной из технологий, которая сейчас коммерциализирована для достижения этих свойств, является ацетилирование: реакция между гидроксильными группами полимеров клеточной стенки древесины с уксусным ангидридом. Хотя вся древесина содержит низкий уровень ацетильных групп, увеличение содержания ацетила меняет свойства и характеристики прореагировавшей древесины. Когда значительное количество доступных гидроксильных групп последовательно ацетируется по всей клеточной стенке, древесина достигает высочайшего уровня стабильности размеров и долговечности.

Нами рассмотрено взаимодействие лимонной кислоты с древесиной осины в присутствии соляной кислоты при продолжительности синтеза 3 часа с варьированием температуры. Полученные продукты, отмытые от непрореагировавшей кислоты, анализировали на содержание связанной лимонной кислоты (Рис. 1).

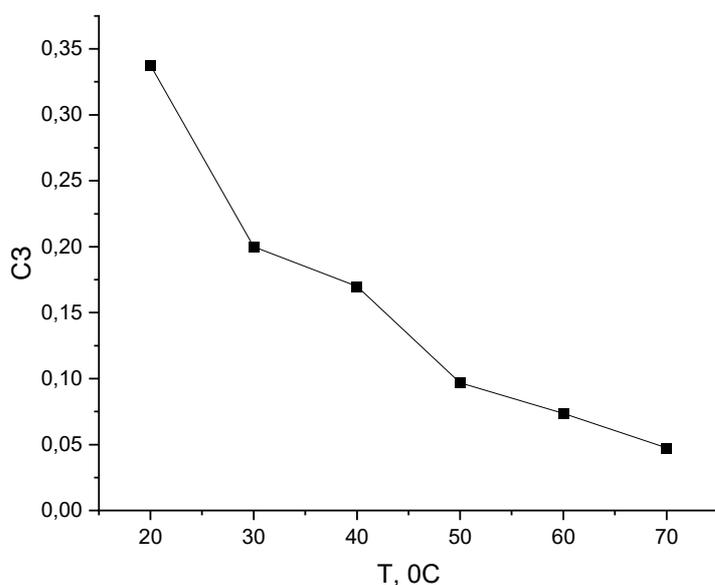


Рис. 1. Степень замещения в полученном продукте при различных температурах

Полученные данные показывают, что реакция лучше при низких температурах. Повышение температуры может приводить к деструкции полимеров древесины и побочным реакциям конденсации лимонной кислоты.

Исследование полученных продуктов методом ИК-спектроскопии (Рис. 2) показало образование сложноэфирных связей, при этом в продукте взаимодействия наблюдается увеличение полосы поглощения в области  $1740\text{ см}^{-1}$ , характерной для колебаний сложноэфирной группы, что также свидетельствует о протекающем взаимодействии.

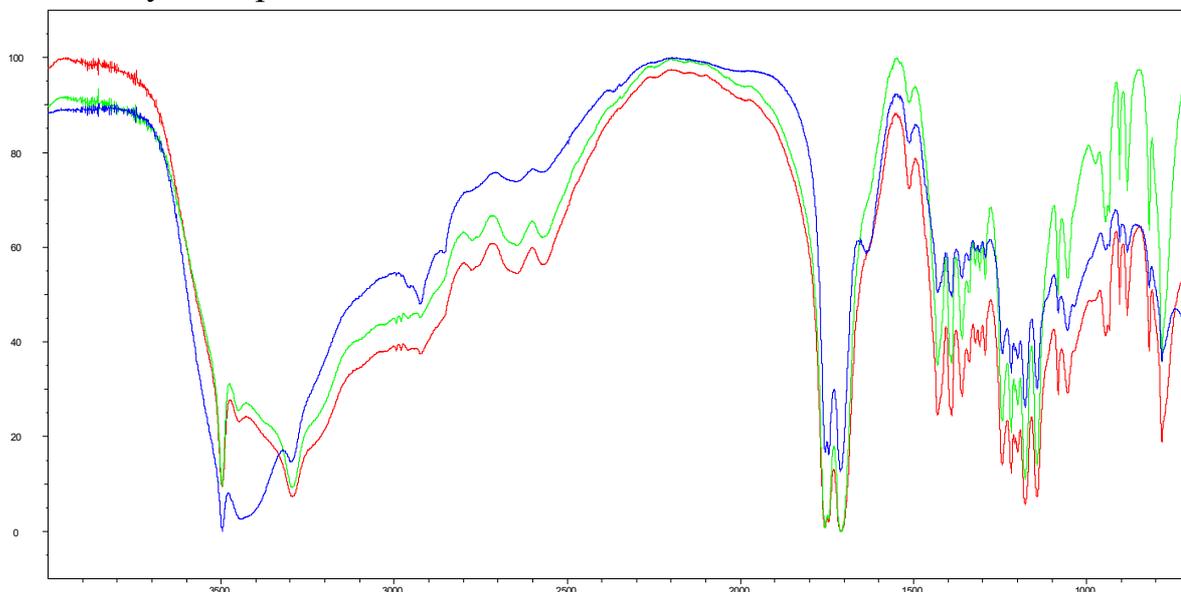


Рис. 2. ИК-спектр ацилированной древесины при температурах синтеза: красный 70, зеленый 50 °С, синий 20 °С

Полученные данные позволяют сделать заключение о возможности ацилирования древесины многоосновными кислотами в неполярных средах.

### Список литературы

1. Roger M. Rowell. *Chemical Modification of Wood* / DOI: 10.3139/9783446442504.022
2. Протопопов А.В. Сложные эфиры целлюлозы с ароматическими оксикислотами из плодовой оболочки овса / А.В. Протопопов, А.В. Ворошилова, М.В. Клевцова, С.А. Бобровская // *Ползуновский вестник*. – Барнаул: Изд-во Алт ГТУ, 2016. – № 2. – С. 171-176.

## ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КАТАЛИЗАТОРА НА ПОЛУЧЕНИЕ ЦИТРАТОВ КРАХМАЛА В КИСЛОЙ СРЕДЕ

Е.В. Курочкина, Г.А. Гавриленко, А.В. Протопопов  
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,  
г. Барнаул

**Аннотация.** В данной работе рассмотрен способ получения сложных эфиров крахмала с лимонной кислотой. Полученные цитраты крахмала изучены на степень замещения по отношению к лимонной кислоте и рассмотрены ИК-спектры полученных соединений.

Использование крахмала в целях, выходящих за рамки его естественной роли, довольно ограниченным. Отсюда следует, что любой процесс, который позволит улучшить свойства этого дешевого материала для других применений, представляет большой интерес с точки зрения биотехнолога или ученого-материаловеда. Различные модификации (химические или иные) этих полимеров исследовались в течение многих лет с целью получения полезных производных, при этом химия, связанная с гидроксилами, претендует на большую долю из-за обилия таких групп в основной цепи полисахарида. Одним из таких типов реакций является ацилирование гидроксильных групп полимера с образованием различных типов сложных эфиров полисахаридов. Было получено множество типов сложных эфиров крахмала, которые нашли применение в широком диапазоне применений. Гидроксильные группы мономеров ангидроглюкозного звена (AGU) представляют собой звенья, подходящие для этерификации с субстратами, содержащими ацильную группу. Ацелированные крахмалы существуют уже много лет, а производные с низкой DS (степень замещения: моль ацила на моль ангидроглюкозы) используются в пищевой промышленности для контроля и регулирования реологического поведения паст.

В ходе нашей работы было проведено взаимодействие крахмала с лимонной кислотой в среде четыреххлористого углерода и соляной кислоты в присутствии хлорида цинка. В полученных продуктах определяли содержание связанной лимонной кислоты.

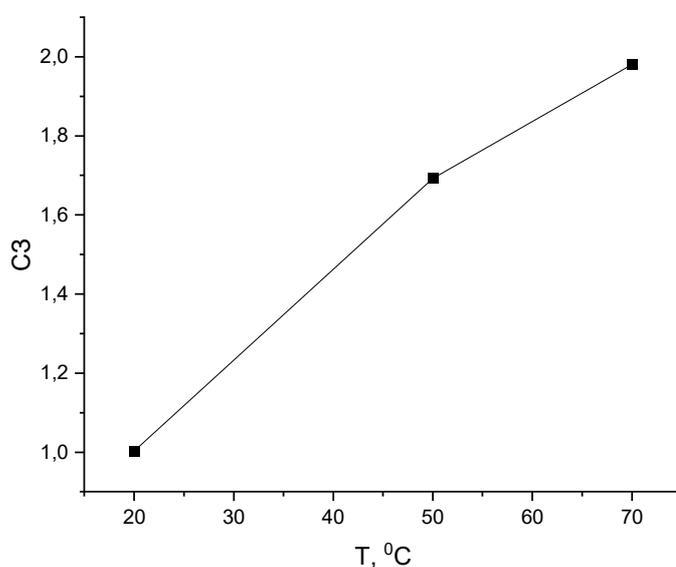


Рис. 1. Степень замещения ацилированного крахмала

Исследование полученных продуктов методом ИК-спектроскопии (Рис. 2) показало образование сложноэфирных связей, при этом в продукте взаимодействия наблюдается увеличение полосы поглощения в области  $1740\text{ см}^{-1}$ , характерной для колебаний сложноэфирной группы, что также свидетельствует о протекающем взаимодействии.

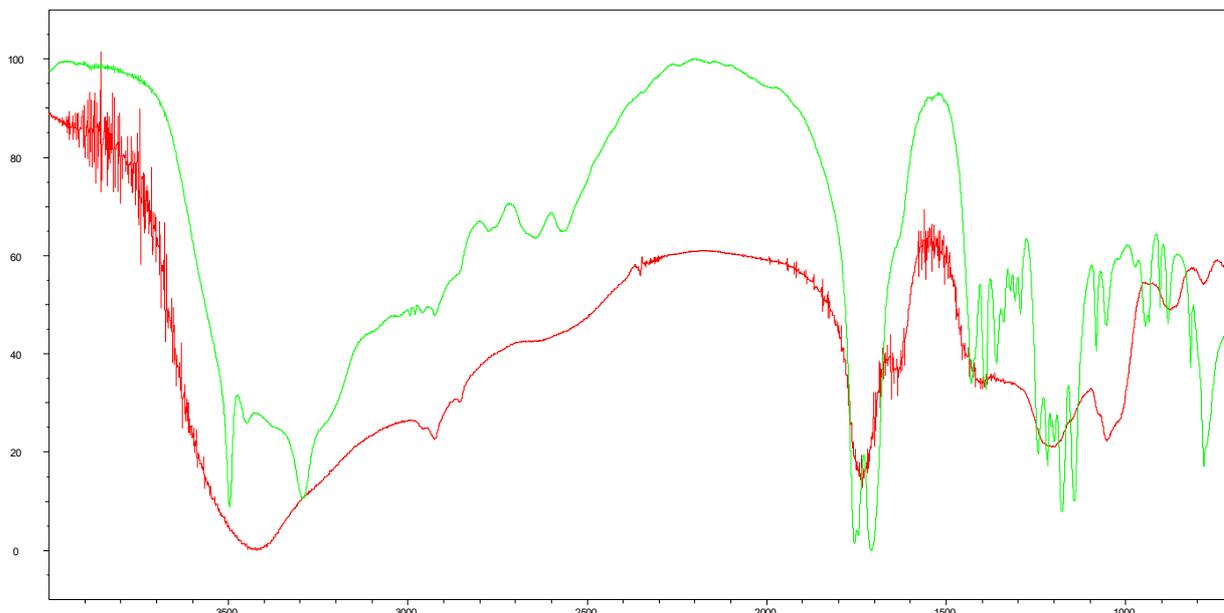


Рис. 2. ИК-спектр продукта ацилирования крахмала

Проведенные исследования показали возможность активации лимонной кислоты для взаимодействия с целлюлозой для получения сложных эфиров целлюлозы. Применение солей поливалентных металлов показывает повышение реакционной способности, с увеличением валентности металла степень взаимодействия в реакции увеличивается.

### Список литературы

1. Kairui Zhang, FeiCheng, KangZhang, JianboHu, ChangxueXu, YiLin, MiZhou, PuxinZhu, *Synthesis of long-chain fatty acid starch esters in aqueous medium and its characterization, European Polymer Journal, Volume 119, October 2019, Pages 136-147* <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2019.07.021>
2. Roger M. Rowell. *Chemical Modification of Wood* / DOI: 10.3139/9783446442504.022
3. Протопопов А.В. Сложные эфиры целлюлозы с ароматическими оксикислотами из плодовой оболочки овса / А.В. Протопопов, А.В. Ворошилова, М.В. Клевцова, С.А. Бобровская // *Ползуновский вестник*. – Барнаул: Изд-во Алт ГТУ, 2016. – № 2. – С. 171-176.

## ПОЛУЧЕНИЕ СЛОЖНЫХ ЭФИРОВ ДИЭТАНОЛАМИДА ЖИРНЫХ КИСЛОТ РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА

Д.Е. Штепенко, А.В. Протопопов

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,  
г. Барнаул

**Аннотация.** В работе рассмотрен способ получения сложных эфиров диэтаноламида с жирными кислотами в присутствии катализаторов. Методом ИК-спектроскопии показано образование новых продуктов. Проведена кватернизация полученных сложных эфиров диэтаноламида в присутствии ДМСО.

В ходе нашей работы мы изучали процесс этерификации диэтаноламида различными высшими карбоновыми кислотами. Условиями для протекания реакции являлось проведение процесса под вакуумированием и использование катализатора. В качестве кислот мы выбрали для сравнения стеариновую и каприновую кислоты. Катализаторами для проведения подобных процессов чаще всего являются различные хлориды, в нашем случае мы использовали хлориды алюминия, цинка и олова.

Процесс этерификации мы проводили путем смешения кислоты и диэтаноламида, добавления катализатора и выдержки в течении 3 часов при 120°C. Полученные продукты исследовали на содержание прореагировавшей кислоты методом потенциометрического титрования. Содержание кислоты в зависимости от условия проведения реакции представлено на рисунке 1.

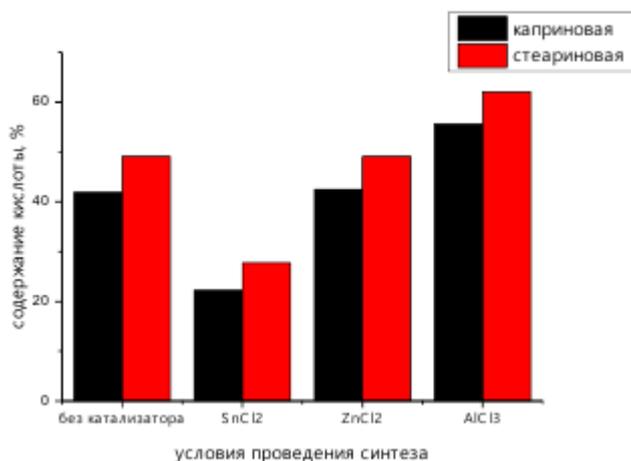


Рис. 1. Зависимость содержание кислоты от условия проведения реакции

Исходя из полученных данных, мы можем оценить эффективность использования катализатора для протекания процесса. Применение хлорида олова является неэффективным, поскольку без катализатора содержание кислоты превышает в 2 раза больше, чем в этом катализаторе. Применение хлорида цинка не является результативным, поскольку без катализатора результат идентичен. В нашем случае катализатором для улучшения протекания реакции является хлорид алюминия, поскольку содержание кислоты при использовании данного катализатора увеличилось на 0,5 % в отличии без катализатора. Полученные продукты анализировали методом ИК-спектроскопии.

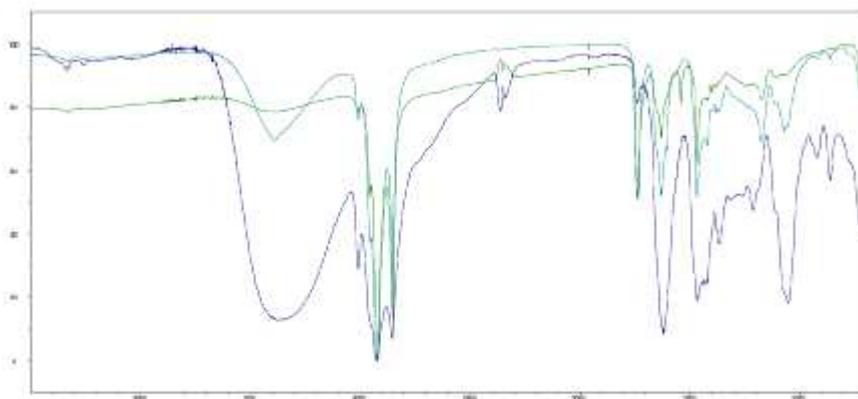


Рис. 2. ИК-спектры диэтаноламида чистого (синий), диэтаноламида со стеариновой кислотой (синезеленый), диэтаноламида со стеариновой кислотой ZnCl<sub>2</sub> (темнозеленый)

На ИК-спектре продуктов взаимодействия со стеариновой кислотой наблюдаем уменьшение, а также практически исчезновения, полосы поглощения в области  $3400\text{ см}^{-1}$ , что свидетельствует об исчезновении гидроксильных групп и протекании реакции по ним. Вместе с тем, проявляется полоса средней интенсивности при  $1170\text{ см}^{-1}$  и  $1740\text{ см}^{-1}$ , которую можно отнести к (C=O) в амидах и сложных эфирах. В интервале  $1620\text{ см}^{-1}$  наблюдается еще одна полоса интенсивности, которую также можем отнести к амидным группам.

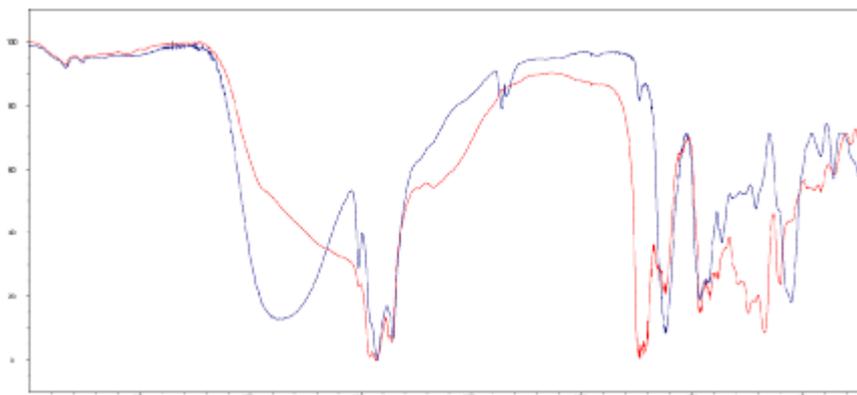


Рис. 3. ИК-спектры диэтаноламида чистого (синий) и капроновой кислоты (красный)

Проанализировав все спектры с капроновой кислотой, можно сказать, что, в зависимости от чистого диэтаноламида, полоса в области  $3600\text{ см}^{-1}$  сокращается и смещается в область  $3100\text{ см}^{-1}$ . Исчезает область гидроксила, что свидетельствует о взаимодействии кислоты по гидроксильной группе диэтаноламида при протекании реакции. Появляется полоса высокой интенсивности при  $1170\text{ см}^{-1}$   $1740\text{ см}^{-1}$ , которую можно отнести к образованию сложноэфирной связи. Полоса в области  $1700\text{-}1710\text{ см}^{-1}$  средней интенсивности относится к амидным связям.

Для получения эстерквата необходимо было провести процесс кватернизации полученного вещества. В процессе кватернизирования соответствующий эстерамин реагирует с алкилирующим агентом – диметилсульфоксидом для получения четвертичного соединения аммония (эстерквата). Кватернизация проводили при температуре  $75\text{-}85\text{ °C}$  в течении 2,5 часа. После проведения кватернизации между веществами значительного не обнаружено. Проявляется уменьшение полосы поглощения в области  $3100\text{-}3400\text{ см}^{-1}$ , полного взаимодействия при получении эстерквата на основе капроновой кислоты не произошло.

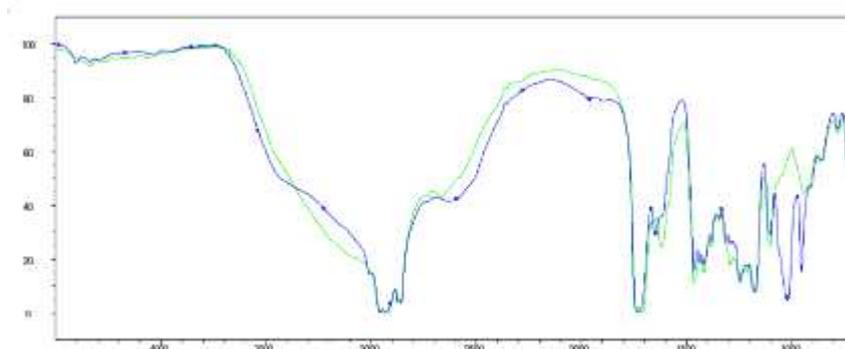


Рис. 4. ИК-спектры диэтаноламид капроновой кислоты (синий) и эстеркват на основе капроновой кислоты с  $\text{AlCl}_3$  (зеленый)

В данном случае, мы имеем приближенный результат к эстерквату при применении капроновой кислоты и хлорида алюминия в качестве катализатора.

### Список литературы

1. *Sulfonation/Sulfation Processing Technology for Anionic Surfactant Manufacture* Jesús Alfonso Torres Ortega Universidad de La Salle Colombia 2017
2. *Surfactants: Strategic Personal Care Ingredients* Copyright 2014, by Anthony J. O'Lenick, Jr
3. Foster, N.C. (2004). *Manufacture of methyl ester sulfonates and other derivatives.*
4. W. Herman de Groot, *Sulphonation Technology in the Detergent Industry*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 1991, p. 5.

## ИЗУЧЕНИЕ АЦЕТИЛИРОВАНИЯ ДИЭТАНОЛАМИДА МЕТОДОМ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ

Н.А. Бикмаева, Е.А. Николаева, А.В. Протопопов  
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,  
г. Барнаул

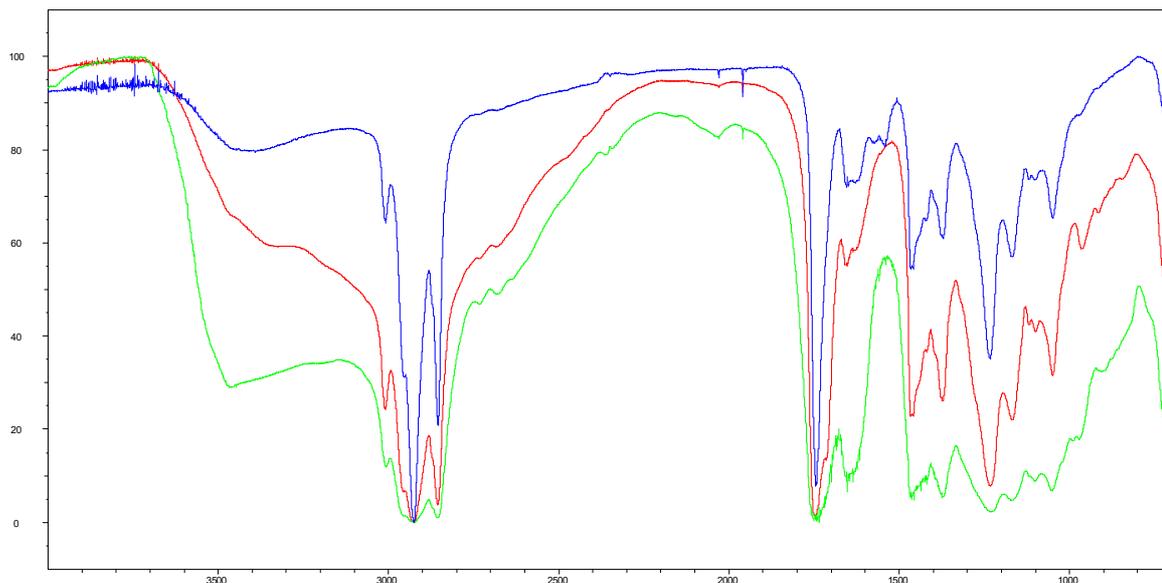
*Аннотация.* В работе рассмотрен способ получения сложных эфиров диэтаноламида с уксусной кислотой в присутствии хлорида цинка. Проведено исследование полученных сложных эфиров диэтаноламида методом ИК-спектроскопии.

Эстеркваты представляют собой четвертичные соединения аммония, имеющие две длинные цепи жирных кислот с 2-мя слабыми эфирными связями. Эстеркваты представляют собой новое поколение смягчающих веществ, заменяя соли диалкилдиметиламмония. Включение эфирных связей в алифатические цепи значительно улучшило кинетику биodeградации катионных поверхностно-активных веществ, снизив уровень воздействия на окружающую среду. Это новое поколение смягчающих средств сочетает в себе хороший экологический профиль со структурными особенностями необходимыми для эффективного применения эстеркватов в качестве основы кондиционера для белья. Эстеркваты имеют большое распространение для производства кондиционеров для белья, также могут использоваться для антистатиков, смягчителей ткани, автохимии и прочего. Производство эстеркватов является экономически выгодным и эффективным. Это новое поколение смягчающих средств сочетает в себе хороший экологический профиль со структурными особенностями необходимыми для эффективного применения эстеркватов в качестве основы кондиционера для белья. В зарубежных странах эстеркваты получают из пальмового, кокосового, таллового и других масел.

В ходе нашей работы мы изучали процесс этерификации диэтаноламида уксусной кислотой. Условиями для протекания реакции являлось проведение процесса под вакуумированием и использование катализатора. Катализаторами для проведения подобных процессов чаще всего являются различные хлориды, в нашем случае мы использовали хлорид цинка.

Процесс этерификации мы проводили путем смешения кислоты и диэтаноламида, добавления катализатора и выдержки в течении 3 часов при различных температурах.

Исследование полученных продуктов методом ИК-спектроскопии (рисунок) показало образование сложноэфирных связей, при этом в продукте взаимодействия наблюдается увеличение полосы поглощения в области  $1740\text{ см}^{-1}$ , характерной для колебаний сложноэфирной группы, с возрастанием температуры синтеза, что также свидетельствует о протекающем взаимодействии. При этом наблюдается уменьшение полосы поглощения в области  $3600\text{ см}^{-1}$ , ответственной за колебания гидроксильных групп, что свидетельствует о их уменьшении.



ИК-спектр ацелированного диэтаноламида при температурах синтеза:  
зеленый  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , красный  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ , синий  $110\text{ }^{\circ}\text{C}$

Полученные данные позволяют сделать заключение о возможности ацелирования диэтаноламида в присутствии хлорида цинка.

### Список литературы

1. Чебаксарова Л.В. Способы получения алкилоламидов // Л.В. Чебаксарова, Е.С. Худолева, Л.В. Гурбанова // Общество с ограниченной ответственностью Научно-производственное объединение «НИИПАВ» (ООО НПО «НИИПАВ»). – 2011.

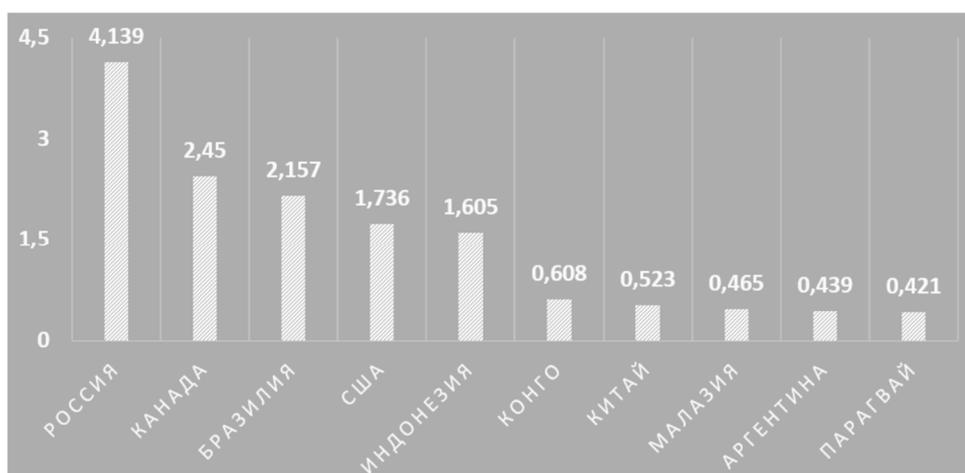
## ВЛИЯНИЕ ПОТЕРИ ЛЕСНЫХ УГОДИЙ НА ЭКОЛОГИЮ И КЛИМАТ

П.А. Шишкина

Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Леса выполняют важные функции, включая почвообразование, очищение воды, поддержание биоразнообразия. Они также являются домом для множества видов растений и животных. Однако, потеря лесных угодий имеет серьезные последствия для планеты. В данной статье проведен анализ влияния потери лесных угодий на экологические и климатические процессы.

Потеря лесных угодий является одной из главных проблем современности, имеющей серьезное влияние на экологию и климат нашей планеты. Леса являются важными экосистемами, обладающими уникально высокой биоразнообразием и играющими важную роль в поддержании климата [1-6]. Однако, в последние десятилетия наблюдается уменьшение лесных площадей вследствие различной человеческой деятельности и других проблем. Существует множество причин сокращения площади лесов, среди которых вырубка деревьев для дальнейшего использования и переработки (рисунок), стихийных бедствий (пожары, ураганы, землетрясения, цунами и т.д.). Также важной проблемой является нелегальная вырубка лесов и изменение климата. Глобальное потепление и климатические изменения влияют на экосистемы лесов, что может привести к снижению площади лесов и уничтожению определенных видов растений и животных, которые не могут приспособиться к новым условиям. Поэтому тема влияния уменьшения лесов на экологию и климат является актуальной и требует дальнейшего исследования.



Вырубка лесов в млн. га по странам

Леса содержат множество видов растений, животных и микроорганизмов, которые взаимодействуют между собой и обеспечивают сложные экологические функции. Потеря этих видов приводит к снижению биологического разнообразия, что может привести к нарушению этих экосистем и их способности обеспечивать очистку воды, почвообразование, поддержание плодородия, регуляцию климата и борьбу с его изменением.

Потеря лесных угодий также имеет прямое влияние на гидрологический режим региона. Леса играют роль естественных фильтров, задерживая осадки и удерживая влагу в почве. Вырубка леса приводит к увеличению поверхностного стока и эрозии почвы, что может вызвать затопления, лишение земель урожайности и загрязнение водных систем в результате смыва пестицидов и удобрений с полей. Это сильно влияет на биологическое разнообразие и экосистемные процессы в этих регионах.

Леса являются естественными фильтрами для углекислого газа, осуществляющими процесс фотосинтеза. В процессе фотосинтеза деревья поглощают углекислый газ и выделяют кислород, что помогает поддерживать баланс в атмосфере. Вырубка лесов приводит к уменьшению количества деревьев и повышению концентрации углекислого газа в атмосфере, что способствует

глобальному потеплению и климатическим изменениям. Потеря лесных угодий приводит к увеличению концентрации парниковых газов в атмосфере и усилению глобального потепления. Кроме того, леса во время своего цикла жизни выпускают кислород и влагу, которые являются необходимыми для поддержания здоровой атмосферы и климата.

Также многие лекарства и медицинские препараты производятся из лекарственных растений, которые обитают в лесах. Вырубка лесов уничтожает эти растения и лишает человечество не только возможности получать лекарства, но и исследования и потенциального источника новых медицинских препаратов.

Таким образом, потеря лесов имеет серьезные последствия для экологии и климата. Она приводит к разрушению экосистем, что угрожает биоразнообразию и вносит негативный вклад в глобальное потепление. Чтобы минимизировать ущерб, связанный с потерей лесных массивов, необходимо развивать методы лесопользования, сохранять существующие лесные площади, а также принимать меры по увеличению количества и площади лесов. Необходимо также продолжать исследования в области экологии и климатологии для лучшего понимания взаимодействия лесов с окружающей средой и разработки эффективных мер по сохранению лесных экосистем.

### Список литературы

1. Степановских А.С. Прикладная экология: охрана окружающей среды: Учебник /А.С. Степановских. – М.: Изд-во ЮНИТИ, 2003. – 751 с.
2. Бигон М. Экология. Особи, популяції и сообщества / М. Бигон, Дж.Харпер, К. Таунсенд. – М.: Мир, 1989. – Т. 1. – 667 с.; т.2 – 477 с.
3. Большаков В.Н. Экология / В.Н. Большаков, В.В. Качак, В.Г. Коберниченко и др. / Под. ред. Г.В. Тягумова, Ю.Г. Ярошенко. – М.: Логос, 2005. – 504 с.
4. Денисов В.В. Экология города / В.В. Денисов, А.С. Курбатова, И.А. Денисова, В.Л. Бондаренко, В.А. Грачев, В.А. Гутенев, Б.А. Нагнибеда / Под. ред. В.В. Денисова. – М.: ИКЦ «Март», Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2008. – 832 с.
5. Мамин Р.Г. Безопасность природопользования и экология здоровья: Учеб.пос. / Р.Г.Мамин. – М.: Изд-во ЮНИТИ, 2003. –238с.
6. Основы экогеологии, биоиндикации и биотестирования водных экосистем: учеб. пос./ В.В. Куриленко. /Под ред. В.В. Куриленко. – СПб.: Изд-во С.-Петербур. Ун-та, 2004. – 446с.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ АНТРОПОГЕННОЙ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

А.А. Маслова, Д.О. Репин  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Энергия всегда играла и продолжает играть важную роль в жизнедеятельности человеческого общества. Все виды деятельности человека связаны с затратами энергии. Переход человечества к освоению новых видов топлива для получения необходимой для промышленного производства энергии связан с так называемыми

*«промышленными революциями». Эти промышленные революции, которые человек целиком относит на свой счет, не могли произойти без запасов энергии, законсервированной растениями в ископаемом топливе. Погибая, растения аккумулировали энергию в отложениях каменного угля, торфе и даже нефти.*

Теплоэнергетику справедливо называют основой основ технического прогресса. На тепловых электростанциях вырабатывается около 90% общего объема электроэнергии. Эта отрасль стоит на первом месте и по масштабам воздействия на окружающую среду. Тепловые электростанции, потребляя свыше 1/3 добываемого в мире топлива, могут оказать существенное влияние как на атмосферу окружающих районов, так и на биосферу в целом.

Технология производства электроэнергии на тепловых электростанциях с использованием органических топлив связана с превращением практически всех затраченных материальных ресурсов и большей части энергии топлива в отходы, выбрасываемые в окружающую среду, в том числе и тепловые сбросы. Принцип действия тепловых электростанций практически одинаков и не зависит от вида ископаемого топлива. Отличается только предварительная обработка и конструкция горелок и печей [1].

Поступающее топливо сжигается, а вода в котлах нагревается до кипения. Образующийся пар приводит в движение турбину, которая связана с ротором генератора и вызывает его вращение. Напряжение генерируемого переменного тока повышается трансформаторами, а затем транспортируется по линиям электропередачи и через сеть понижающих подстанций поступает к потребителям.

Уголь был первым из используемых человеком видов ископаемого топлива. Он является наиболее распространенным ископаемым топливом на Земле. По оценкам специалистов, его запасы на нашей планете составляют около  $7 \cdot 10^{12}$  т. Только разведанных месторождений угля ( $3 \cdot 10^{10}$  т) при нынешних темпах использования хватит на несколько веков. Основные залежи угля образовались 210-280 млн лет назад в каменноугольный период и сосредоточены в России, США, Китае и Украине. В этих странах находится почти 88 % известных запасов угля. В России сосредоточено 5,5 % мировых запасов угля, что составляет более 200 млрд тонн [2].

Природный газ – смесь газов, образовавшаяся в недрах земли при анаэробном разложении органических веществ. Основную часть природного газа составляет метан ( $\text{CH}_4$ ) – до 98 %.

Широкое использование природного газа в энергоустановках связано с тем, что он имеет ряд существенных преимуществ перед другими видами топлива. Газ легко транспортируется на большие расстояния, практически не требует подготовки и переработки перед использованием, количество вредных выбросов при сжигании минимально.

Нефть в чистом виде как энергоноситель не используется. В результате ее перегонки получается бензин, керосин, дизельное топливо, мазут, масла и т.д. Бензин и дизельное топливо используются в двигателях внутреннего сгорания, керосин – в турбореактивных и реактивных двигателях летательных аппаратов, а мазут сжигается в электростанциях и в котельных. По сравнению с природным газом нефть и нефтепродукты при сжигании дают значительно большее

количество вредных веществ, что связано с наличием примесей серы, фосфора и т.д. [2].

Итак, какие же сбросы вредных веществ производятся от тепловых электростанций?

1. Выбросы в атмосферу летучей золы, двуокиси серы, окислов азота.
2. Сбросы в природные водоёмы различных сточных вод.
3. Сбросы в водоёмы и водостоки больших количеств тепла, главным образом после конденсаторов, а также различных охладителей (тепловое загрязнение).

Наибольшие выбросы вредных веществ имеют место у крупных конденсационных электростанций, расположенных, как правило, в относительно малонаселённых местностях с ограниченным количеством других источников загрязнения атмосферы (заводов, фабрик и т.д.). Эти электростанции, имея громадные мощности, потребляют наименее ценные сорта топлива, являются источниками огромных выбросов золы, сернистого газа и окислов азота.

Сжигание топлива – не только основной источник энергии, но и важнейший поставщик в среду загрязняющих веществ. Тепловые электростанции в наибольшей степени «ответственны» за усиливающийся парниковый эффект и выпадение кислотных осадков. Они, вместе с транспортом, поставляют в атмосферу основную долю техногенного углерода (в основном в виде CO<sub>2</sub>), около 50 % двуокиси серы, 35 % – окислов азота и около 35 % пыли. Имеются данные, что тепловые электростанции в 2-4 раза сильнее загрязняют среду радиоактивными веществами, чем АЭС такой же мощности.

В выбросах ТЭС содержится значительное количество металлов и их соединений. При пересчете на смертельные дозы в годовых выбросах ТЭС мощностью 1 млн. кВт содержится алюминия и его соединений свыше 100 млн. доз, железа-400 млн. доз, магния -1,5 млн. доз. Летальный эффект этих загрязнителей не проявляется только потому, что они попадают в организмы в незначительных количествах. Это, однако, не исключает их отрицательного влияния через воду, почвы и другие звенья экосистем [2].

При дальнейшем активном использовании тепловых электростанций становятся неотвратимы такие последствия [3]:

- количество невозобновляемых природных ресурсов, используемых в качестве топлива, подходит к концу;
- возникает дефицит кислорода из-за выжигания, парниковый эффект;
- происходит деградация водоёмов и почв, заражённых выбросами тепловых электростанций;
- изменяется микроклимат и ландшафт прилегающих районов;
- наносится вред качеству жизни и здоровью населения.

Вместе с тем влияние энергетики на среду и ее обитателей в большей мере зависит от вида используемых энергоносителей (топлива). Наиболее чистым топливом является природный газ, далее следует нефть (мазут), каменные угли, бурые угли, сланцы, торф.

Выбросы ТЭС являются существенным источником такого сильного канцерогенного вещества, как бензопирен. С его действием связано увеличение онкологических заболеваний. В выбросах угольных ТЭС содержатся также

окислы кремния и алюминия. Эти абразивные материалы способны разрушать легочную ткань и вызывать такое заболевание, как силикоз.

Серьезную проблему вблизи ТЭС представляет складирование золы и ишаков. Для этого требуются значительные территории, которые долгое время не используются, а также являются очагами накопления тяжелых металлов и повышенной радиоактивности.

ТЭС – существенный источник подогретых вод, которые используются здесь как охлаждающий агент. Эти воды нередко попадают в реки и другие водоемы, обуславливая их тепловое загрязнение и сопутствующие ему цепные природные реакции (размножение водорослей, потерю кислорода, гибель гидробионтов, превращение типично водных экосистем в болотные и т.п.).

### Список литературы

1. <https://studfile.net/preview/3583327/page:61/>
2. [https://studbooks.net/874734/ekologiya/ekologicheskie\\_problemy\\_teplovoy\\_en\\_ergetik](https://studbooks.net/874734/ekologiya/ekologicheskie_problemy_teplovoy_en_ergetik)
3. <https://этна-регионы.рф/problems/vliyanie-tes-na-okruzhayushchuyu-sredu-kratko.html>

## РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

И.А. Одинцова, Е.М. Рылеева  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

***Аннотация.** Статья «Радиационная обстановка в Российской Федерации» представляет собой всесторонний анализ радиационной обстановки в России с фокусом на эффективные дозы облучения для населения. Рассматриваются различные аспекты, включая источники облучения, медицинское воздействие, радиоактивное загрязнение и контрмеры для снижения рисков.*

*Статья подчеркивает необходимость постоянного мониторинга, международного сотрудничества и инновационных подходов для обеспечения безопасности населения и окружающей среды.*

Радиационная обстановка в Российской Федерации – это сложный и важный аспект современной экологии и здравоохранения. На протяжении долгих лет, начиная с катастрофы на Чернобыльской АЭС в 1986 году, радиационная обстановка стала предметом внимательного мониторинга и научных исследований.

Основными источниками радиационного воздействия являются промышленные объекты, последствия радиационных аварий и санитарно-эпидемиологических ситуаций, а также медицинское облучение. Важно осмыслить как текущую ситуацию, так и динамику изменений в среднегодовых эффективных дозах облучения населения, воздействие радионуклидов на окружающую среду, а также принимаемые государством меры по снижению рисков.

Рассмотрение этой проблематики позволяет не только следить за состоянием радиационной безопасности, но и разрабатывать и внедрять эффективные контрмеры, направленные на уменьшение воздействия радиации на здоровье населения и окружающую природную среду. В этом контексте важно провести более детальный анализ основных аспектов радиационной обстановки в различных регионах, чтобы выявить уникальные особенности и разработать более целевые меры по обеспечению радиационной безопасности.

Контроль радиационной безопасности в Российской Федерации становится важным аспектом обеспечения здоровья населения и сохранения экологического баланса. Эффективный мониторинг и регулирование уровней радиации имеют решающее значение для предотвращения негативных последствий воздействия ионизирующего излучения на человека и природную среду.[1]

Забота о здоровье населения предполагает постоянный анализ среднегодовых эффективных доз облучения, особенно в техногенно-загрязненных регионах. Высокая радиационная активность может повлиять на общее благосостояние людей, вызывая различные заболевания и повышая риск онкологических заболеваний. Поэтому строгий контроль позволяет своевременно выявлять и минимизировать подобные риски.

Окружающая среда также подвергается давлению от радиационных источников, что влечет за собой угрозу для экосистем. Следовательно, система контроля радиационной безопасности направлена не только на защиту здоровья человека, но и на сохранение природных биологических равновесий.

Именно в этом контексте принимаемые государством меры, научные исследования и стратегии по управлению радиационной обстановкой становятся краеугольными для обеспечения безопасности и благосостояния граждан. По данным государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации в 2022 году» на рисунке 1 приведена структура коллективных эффективных доз облучения населения за 2020 год.



Рис. 1. Структура годовых коллективных эффективных доз облучения населения РФ в 2020 г. [2]

В 2020 году обзор среднегодовых эффективных доз облучения для населения России проливает свет на сложную радиационную обстановку в стране, что можно увидеть на рисунке 2. Общая среднегодовая доза составила 4,18 мЗв,

внесенная различными источниками ионизирующего излучения (ИИИ). Природные излучения, основанные на ионизации, достигают 3,36 мЗв.[2].

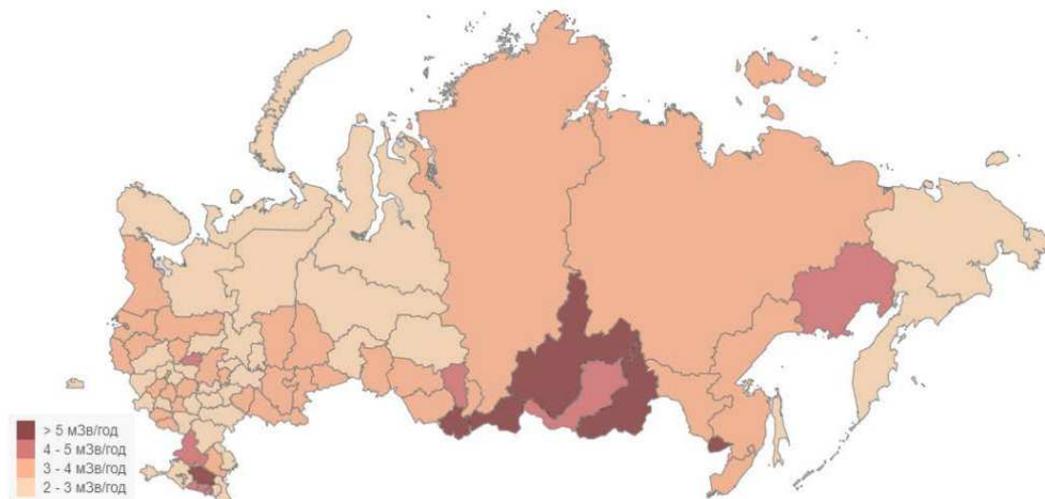


Рис. 2. Средние по субъектам РФ индивидуальные годовые эффективные дозы облучения населения за счёт природных ИИИ по данным радиационного мониторинга за 2001-2020 гг. [2]

Региональные различия в дозах облучения ярко выражены, варьируя от 2,0 до 9,1 мЗв. Степень воздействия природных источников и облучения от промышленной деятельности заметна, создавая разнообразную картину в различных субъектах Российской Федерации.[2]

Контроль за радиационной безопасностью в воде, продуктах и воздухе отражает активное внимание к заботе о здоровье населения. Превышения уровней вмешательства в питьевой воде были зарегистрированы в 25 субъектах в 2020 году. По данным государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации в 2022 году» на 3 рисунке можно заметить, что содержание радионуклидов в пищевых продуктах также активно контролируются.

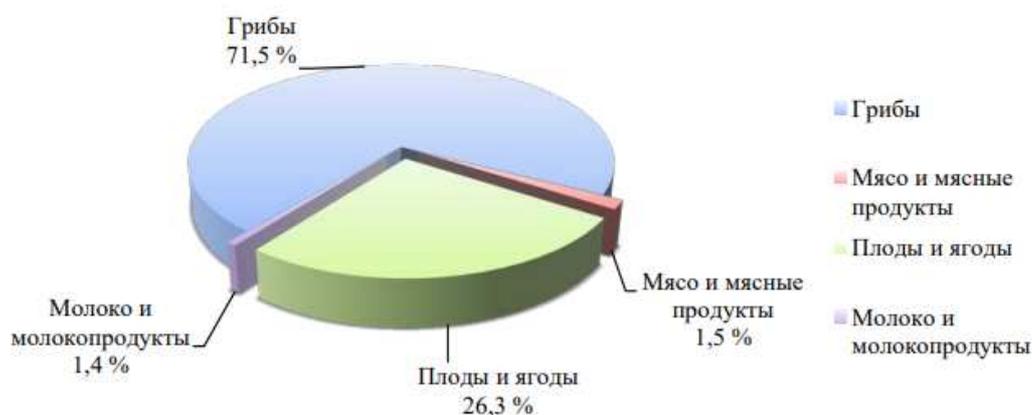


Рис. 3. Структура проб продовольственного сырья и пищевых продуктов, не соответствующих гигиеническим нормативам по содержанию  $^{137}\text{Cs}$  в 2020 году [2]

Среднегодовые эффективные дозы облучения демонстрируют динамику изменений, варьируя от 2,10 до 8,60 мЗв/год в различных регионах. Стоит отметить, что в 2020 году медицинское облучение выросло на 70 %, особенно из-за распространения использования компьютерной томографии в условиях пандемии COVID-19.



Рис. 4. Ранжирование субъектов РФ по величине средней годовой эффективной дозы облучения в 2020 г. [2]

Современная картина радиоактивного загрязнения в России включает в себя анализ текущих зон, где присутствует повышенный фон ионизирующего излучения. Общее количество населенных пунктов, подвергшихся воздействию, составляет 110 в различных регионах страны, представленные в таблице.

Таблица

Распределение населенных пунктов субъектов РФ, отнесённых к зонам радиоактивного загрязнения, по величине средней годовой эффективной дозы облучения жителей в 2021 году [2]

Субъект Российской Федерации	Количество населенных пунктов	В том числе в интервалах СГЭД90, мЗв/год			
		<1,0	> 1,0	> 5,0	Максимум
1	2	3	4	5	6
Белгородская область	78	78	–	–	0,07
Брянская область	749	639	110	2	5,5
Воронежская область	74	74	–	–	0,09
Калужская область	300	300	–	–	0,71
Курская область	156	156	–	–	0,16
Ленинградская область	29	29	–	–	0,08
Липецкая	69	69	–	–	0,10
Орловская область	843	843	–	–	0,36
Пензенская область	31	31	–	–	0,10
Республика Мордовия	15	15	–	–	0,12
Рязанская область	285	285	–	–	0,24
Тамбовская область	6	6	–	–	0,04
Тульская область	1215	1215	–	–	0,44
Ульяновская область	5	5	–	–	0,08
Итого:	3855	3745	110	2	5,5

Критерием радиационной безопасности является годовая эффективная доза критической группы населения (СГЭДкрит), не превышающая 1 мЗв. Однако в 58 населенных пунктах Брянской области данный критерий не соблюдается.

Из них, 2 населенных пункта в Брянской области выделяются значительным уровнем среднегодовой эффективной дозы, превышающей 5,0 мЗв/год.[2]

В решении этой проблемы принимают участие меры, направленные на снижение потребления местной продукции и агрохимические воздействия с целью уменьшения внутренних доз облучения. Однако, эффективность таких мер ограничивается населенными пунктами с плотностью радиоактивного загрязнения более 15 Ки/км<sup>2</sup>.

В зонах радиоактивного загрязнения преобладают радионуклиды, такие как цезий-137 (<sup>137</sup>Cs) и стронций-90 (<sup>90</sup>Sr). Цезий-137 является продуктом ядерных взрывов и выпускается в окружающую среду в результате атомных испытаний. Он обладает длительным периодом полураспада, что означает его длительное пребывание в окружающей среде.

Стронций-90 также возникает в результате ядерных взрывов и аварий на ядерных объектах. Этот радионуклид имеет высокую биологическую активность и может встраиваться в костную ткань, представляя потенциальную опасность для здоровья человека.[3]

Эти изотопы в значительных количествах могут быть обнаружены в почве и водных ресурсах. Их источниками являются различные события, такие как ядерные испытания, аварии на ядерных объектах, а также использование радиоактивных материалов в промышленности.

Таким образом, анализ текущих зон радиоактивного загрязнения в России подчеркивает необходимость постоянного мониторинга и принятия эффективных мер для обеспечения радиационной безопасности населения в затронутых регионах.

Анализ радиационной безопасности включает не только излучение из природных источников, но и оценку среднего индивидуального пожизненного радиационного риска. В течение последних десяти лет этот риск снизился, что свидетельствует о растущем внимании к радиационной безопасности и успешных контрмерах. Однако, вызовы, такие как радиационные аварии, продолжают требовать усиленного внимания и профилактических мер.

Обеспечение безопасности населения и окружающей среды от воздействия ионизирующего излучения требует не только национальных, но и глобальных усилий. Инновационный подход, обмен знаниями и совместные действия становятся важными составляющими успешной стратегии предотвращения радиационных рисков и обеспечения благоприятной радиационной обстановки.

### **Список литературы**

1. М. Радиационная безопасность: учеб. пособие. – М.: ООП физического факультета МГУ, 2019.

2. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации в 2022 году»

3. Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность. Авторы: Игорь Наумов, Тамара Зиматкина, Светлана Сивакова, 2021 г.

## СОВРЕМЕННЫЙ ЭКОПОЛИС ИЛИ СТАБИЛЬНЫЙ ГОРОД: ПЕРСПЕКТИВЫ И РАЗВИТИЕ

В.И. Кулакова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье рассматривается влияние мегаполисов на жизнь человека и окружающую среду, исследуется появление и строительство новых экогородов и перспектива их дальнейшего развития.

Большая часть населения нашей планеты живет в больших городах, которые постоянно растут и сильно загрязняют природу. Экосистема сама не справляется. Среди заводов, шумных дорог и выхлопных газов людям становится тяжело дышать, и многие ждут выходных, чтобы скорее поехать загород или в парк, с целью перевести дух. Это стало своего рода трендом – работать и отдыхать на свежем воздухе, в окружении деревьев. Но далеко не все готовы отказаться от привилегий жизни в городе и переехать в деревню насовсем, ведь вокруг большое разнообразие ресторанов, магазинов, театров, музеев, больше условий для самореализации и легко можно добраться до места назначения. Поэтому архитекторы и экологи объединились, чтобы создать города будущего, которые не вредят природе.

Давайте разберемся, что же такое экогород? Устойчивый город, или экогород – это город, спроектированный с учётом влияния на окружающую среду, населённый людьми, стремящимися минимизировать потребление энергии, воды и продуктов питания, исключить неразумное выделение тепла, загрязнение воздуха углекислым газом  $\text{CO}_2$  и метаном, а также загрязнение воды [1]. Ученые и архитекторы сейчас стремительно разрабатывают такие проекты, чтобы улучшить жизнь населения и экологию нашей планеты. Уже существуют поселения, которые являются прототипом таких экополюсов. (рис.1)

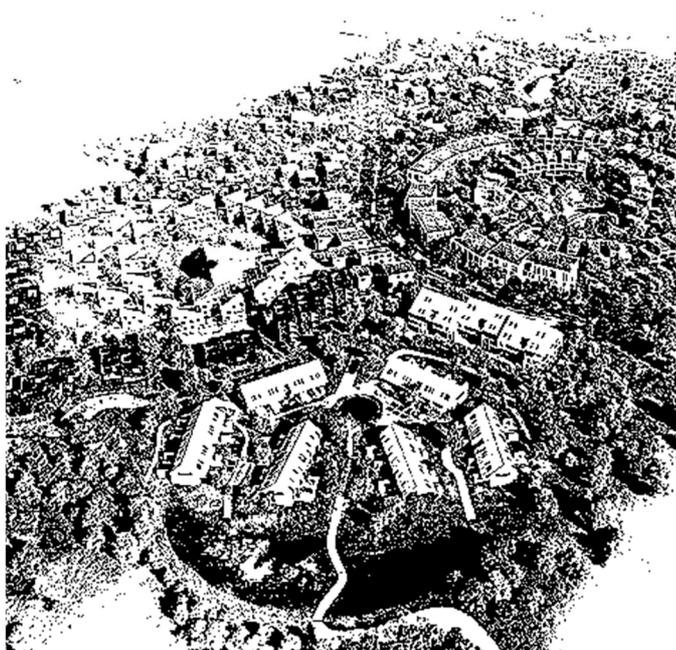


Рис.1. Ные, Дания: небольшой экогород на 15 тыс. жителей

Главной задачей, которую необходимо решить при создании экогорода, должно быть его органичное включение в ход естественных природных процессов данной территории [2]. Такой экополис должен обеспечивать высокий уровень жизни для населения и создавать оптимальные условия для выполнения общественных функций.

К сожалению, какой бы не казалась успешной идея строительства таких экологически чистых городов, в действительности все складывается совсем иначе. Технологии еще не дошли до такого уровня, чтобы можно было построить полностью автономный жизнеспособный экополис, работающий на возобновляемых источниках энергии. Но надежда есть, так как на сегодняшний день попытки это сделать предпринимаются. Примером этого служит Масдар Сити в ОАЭ (рис. 2).

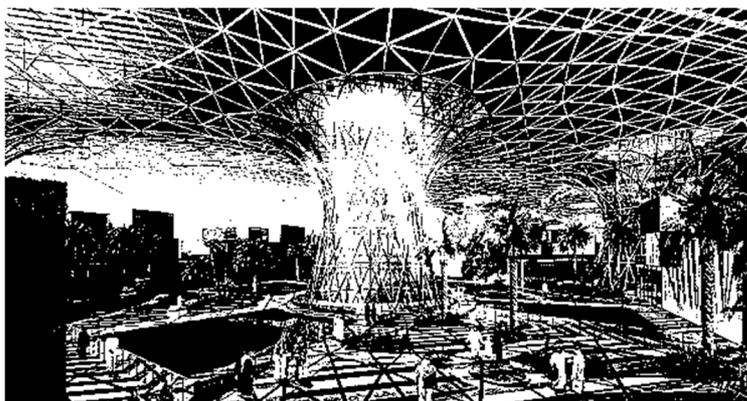


Рис.2. Проект Масдар-Сити

Масдар Сити—первый в мире осуществляемый проект экогорода в Абу-Даби с предполагаемым нулевым выбросом углерода. Проект начался с 2006 года. Планировалось, что он будет работать полностью на солнечной энергии и других возобновляемых источниках энергии с отсутствием электрических выключателей и водопроводных кранов [3]. Хоть этот проект пока не увенчался успехом из-за больших затрат и сложности технологий, и от большинства изначальных идей пришлось отказаться, хочется верить, что эта инвестиция в светлое будущее окупится и весь мир пойдет по его стопам. То, что такие проекты разрабатываются и ученые стараются их осуществить, придумать, как планете вновь обрести природное здоровье говорит о многом. Мы не стоим не месте и стараемся улучшить нашу жизнь, окружающую среду.

Таким образом, на основании вышесказанного можно сделать вывод, что строительство экополисов-очень затратная и сложная работа, но не смотря на это, мы должны заботиться о нашей планете и дальше искать способы для возведения таких стабильных городов, в которых высокое качество жизни объединяется с гармонией в экологии.

### Список литературы

1. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Стабильный\\_город](https://ru.wikipedia.org/wiki/Стабильный_город). Дата обращения: 15.09.2023г.
2. Пушилина Ю.Н. Экологические основы архитектурного проектирования: учеб. Пособие / Ю.Н. Пушилина. – Тула, «Аквариус», 2015. – С. 76-82.

3. Вестник: Изд-во Иркутского Государственного Технического Университета, 2010. - 314 с.

4. <https://royaldesign.ua/ru/masdar-city-pervyyi-v-mire-eko-gorod-buduschego.bX69f/>

## АНАЛИЗ САМЫХ ЗАГРЯЗНЁННЫХ ГОРОДОВ РОССИИ

В.И. Ларичева

Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье проводится анализ самых загрязненных городов России, выясняются источники загрязнения, основные виды загрязнителей и характер распространения выбросов.

Плохая экология города – одна из причин появления у людей различных болезней. В первую очередь в этом виноват смог – ядовитый туман, в состав которого входят множество вредных веществ, оказывающих влияние на дыхательную систему человека. Грязный воздух может оказаться причиной нарушений иммунной системы людей, вызвать повышение кровяного давления, поспособствовать возникновению патологий у детей, а также обострить различные сердечно-сосудистые заболевания.

Смог в большем объёме появляется из-за автомобильных выхлопов и токсичных выбросов промышленных предприятий, находящихся в непосредственной близости от города.

Большую роль в то же время играет неблагоприятное расположение и планировка города – если он находится в плохо проветриваемой низине, то шансы жителей приобрести заболевания дыхательной системы увеличиваются.

Факторы загрязнения атмосферы

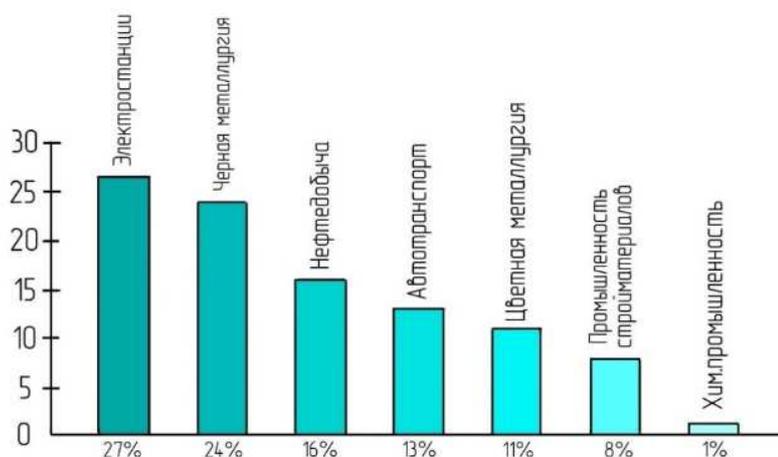


Рис. 1. Факторы загрязнения атмосферы

Самые загрязнённые города России находятся в Сибири и на Урале. В их число входят Норильск, Новокузнецк, Чита, Челябинск, Омск. Объёмы выбросов в этих городах составляют несколько сотен тысяч тонн в год.

Главной причиной загрязнения атмосферы в Норильске является металлургический завод «Норильский никель». Он ежегодно выбрасывает в атмосферу сернистый ангидрид в объёме двух с половиной миллионов тонн. Так, благодаря работе предприятия и состоянию очистных сооружений вода в Норильске имеет большое содержание медного купороса, что заставляет её приобретать зелёный цвет. В результате сточных выбросов в окрестностях города уничтожена вся флора и фауна озёр.

Ещё одним загрязнённым городом Урала является Новокузнецк. Его расположение неблагоприятно способствует ухудшению воздуха. Территория Новокузнецка окружена горами, что мешает ветру её продувать. Большое количество предприятий в городе выбрасывает в атмосферу ежегодно 80% вредных веществ. Плохая циркуляция воздуха приводит к тому, что этот смог, состоящий из промышленных и автомобильных выбросов, застаивается над городом.

В список наиболее распространённых загрязняющих веществ входят такие соединения как формальдегид, аммиак, сероводород, оксид азота, тяжелые металлы и многое другое. Если концентрация любого из них в атмосфере будет превышать нормальное фоновое значение, то воздух будет считаться загрязнённым.

Лидерами по количеству выбросов диоксида серы считаются такие города как Норильск – 1900 тонн, Рефтинский городской округ (Свердловская область) – 120 тонн, Ангарский городской округ (Иркутская область) – 80 тонн. По количеству загрязнения атмосферы оксидом азота опережают также Рефтинский городской округ – 64 тонны, Пуровский муниципальный район (Тюменская область) – 34 тонны, Надымский муниципальный район (Ямало-Ненецкий АО) – 33 тонны. Оксид углерода больше всего выбрасывается в Липецке и Череповце (Вологодская область) – 209 тонн, а также Эвенкийский муниципальный район (Красноярский край) – 184 тонн.

Наиболее опасным веществом является формальдегид, он считается канцерогенным. Кроме увеличения вероятности онкологии он также способствует появлению вялости, усталости, головных болей и вызывает проблемы со сном. В 2020 году наибольшее количество выбросов формальдегида пришлось на Московскую и Пензенскую области и Краснодарский край. Одним из самых опасных канцерогенных веществ также считается бензапирен. Он не имеет специфического запаха, поэтому его содержание трудно заметить в воздухе. Это вещество опасно даже в малых дозах. По выбросам бензапирена лидируют регионы Сибири – Кемеровская и Новосибирская области.

Чтобы улучшить экологию в регионах и во всей стране, нужно провести ряд специальных мероприятий. В области промышленности можно внести такие изменения как внедрение экологически чистых технологий, перенос предприятий за черту города и озеленение санитарно-защитных зон. В том числе в городском планировании можно добавить озеленение территорий и повышение энергоэффективности зданий за счёт использования в строительстве углеродно-нейтральных материалов. Также можно развивать использование городского общественного транспорта, перейти на стандарты топлива с пониженными выбросами или использовать электромобили. При производстве электроэнергии

следует использовать топливо с низким уровнем выбросов в атмосферу или использовать альтернативные источники энергии. В том числе очень важно осуществлять правильную утилизацию отходов. Сокращению отходов может способствовать разумное потребление и бережливое производство, отдельный сбор мусора и вторичная переработка, а также развитие биологической утилизации отходов.

### Список литературы

1. <https://dzen.ru/a/ZIcDy5UGVw-HGsUI> (дата обращения 12.10.2023г.)
2. Пушилина Ю.Н. Экологические основы архитектурного проектирования: учеб.пособие / Ю.Н. Пушилина. – Тула: Аквариус, 2015. – С. 76-86.
3. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях" от 30.12.2001 N 195-ФЗ (ред. от 04.11.2022, с изм. от 24.11.2022)
4. <https://vk.com/@eepidemka-top-10-samyh-gryaznyh-gorodov-rossii> (дата обращения 12.10.2023г.)

## АНАЛИЗ ГАРМОНИЧНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АРХИТЕКТУРЫ С ПРИРОДНЫМИ СТИХИЯМИ (СОЛНЦЕ, ВОЗДУХ, ВОДА, ОГОНЬ, ЗЕМЛЯ, РАСТИТЕЛЬНОСТЬ, МАТЕРИАЛЫ)

В.Н. Силуянова

Тульский государственный университет,

г. Тула

*Аннотация.* Гармоничное взаимодействие архитектуры с природными стихиями является ключевым аспектом современных строительных и архитектурных решений. Оно основывается на учете и использовании свойств и качеств окружающей среды, включая солнце, воздух, воду, огонь, землю, растительность и различные материалы.

Для многих специалистов в области архитектуры, ценящих гармонию с естественной природной средой, близка точка зрения Ф.Л. Райта, который писал: «... здание должно быть как бы порождено местностью, в которой оно строится, что архитектор должен проектировать, учитывая конкретные условия участка, его размеры и рельеф, ориентацию, климат, геолого-почвенные данные, растительность, водоемы, а также эмоциональный фактор – ассоциации и образы, выдаваемые данной местностью» [1, С.15]. С чем сложно не согласиться, ведь солнце, вода, воздух, огонь, земля, растительность и материалы – это основные стихии, с которыми взаимодействует архитектура. Каждая из них имеет свои уникальные свойства и энергию, которые можно использовать для создания уникальной и неповторимой атмосферы в здании или сооружении.

Одним из важных аспектов гармоничного взаимодействия архитектуры с природой является использование солнечной энергии. Архитекторы учитывают солнечную экспозицию строений для обеспечения оптимального использования солнечного света и тепла. Это включает в себя размещение окон и открытых пространств таким образом, чтобы оптимизировать естественное освещение и солнечное отопление. Также солнце оказывает вдохновляющее действие на

архитекторов. Они используют его позицию и траекторию для создания инновационных и практичных решений, таких как солнечные панели и пассивное использование солнечной энергии. Это позволяет не только сэкономить электроэнергию, но и снизить негативное воздействие на окружающую среду.

Архитектура может быть спроектирована с учетом обеспечения хорошей циркуляции воздуха, создания прохладных мест в жаркие дни и защиты от сквозняков. Правильное планирование вентиляции, использование соответствующих материалов и конструкций помогают поддерживать комфортные условия для здоровья и благополучия людей, проживающих или работающих в здании, а также способствует снижению потребления энергии на кондиционирование воздуха.

Вода – еще один элемент, которому нужно уделить особое внимание при проектировании архитектуры. Особо важную роль она играет при возведении ландшафтных элементов и водных объектов. Можно использовать фонтаны, пруды или бассейны, которые способствуют созданию уюта и релаксации в окружающей среде. Само расположение зданий, сооружений и их форма могут быть спроектированы с учетом естественного стока воды, что способствует снижению негативного влияния на экологию. Также, с учетом проблемы недостатка воды, многие современные архитекторы стремятся разрабатывать эффективные системы сбора и переработки дождевой воды для использования в повседневной жизни.

Безопасность и защита от пожаров являются не менее важными моментами в проектировании архитектуры, особенно в регионах с высокими рисками пожаров. Однако, есть и положительные стороны огненной стихии. Огонь является не только источником тепла и света, но и частью декоративного элемента архитектуры. Он служит для создания иллюзии уюта и спокойствия в пространстве. Каминные или расположенные снаружи печи и костры создают особую атмосферу и комфортный уголок для отдыха и размышлений.

Земля является фундаментом для архитектуры. Правильный выбор материалов для несущих конструкций помогает обеспечить надежность и устойчивость сооружения, а учет особенностей ландшафта и гармоничное сочетание зданий с природой позволяют сохранить естественное равновесие и создать гармонию между архитектурным комплексом и окружающей средой.

Взаимодействие с растительностью играет одну из важных ролей в создании уютной и экологически чистой окружающей среды. Архитекторы могут интегрировать растения в здания и сооружения, создавая живые стены, вертикальные сады или цветочные композиции. Многие проекты уделяют особое внимание зеленым насаждениям и созданию экопространств, ведь озеленение вокруг и внутри зданий способствует улучшению качества воздуха, созданию более комфортной атмосферы и экологически чистой и красивой среды, а также оказывает положительное влияние на здоровье человека.

Материалы, используемые в строительстве и архитектуре, также не остаются в стороне при гармоничном взаимодействии с природой. Современные специалисты все больше отдают предпочтение использованию экологически чистых и устойчивых ресурсов, таких как древесина и натуральный камень. Материалы, получаемые из природных источников и применяемые с учетом их

возобновляемого использования, оказывают влияние на сохранение окружающей среды и поддерживают баланс архитектуры с природой, позволяя уменьшить экологический след зданий.

По замыслу архитекторов, здание и окружающее пространство должно представлять собой одно целое. И.И. Анисимов писал про идею основоположника данного утверждения следующее: «Одной из главных целей проектирования зданий было, по мнению Райта, использование конкретных условий, особенностей материальной и духовной жизни человека, естественных природных материалов и минимальное изменение природного ландшафта» [3, С.16]. В целом, гармоничное взаимодействие архитектуры с природными стихиями предлагает разнообразные возможности для создания уникальных и привлекательных конструкций, гармонично вписанных в окружающую среду, а также способствует комфорту и благополучию людей. Внимательное отношение к солнцу, воздуху, воде, огню, земле, растительности и материалам помогает строить экологически чистые и энергоэффективные пространства, способствует сохранению природных ресурсов и снижению негативного влияния на природу.

### Список литературы

1. Райт Ф.Л. Будущее архитектуры / пер. с англ. – М. – 1960. – С. 247.
2. Пушилина Ю.Н. Экологические основы архитектурного проектирования: учеб. пособие / Ю.Н. Пушилина. – Тула: Аквариус, 2015. – С. 220-226.
3. Анисимова И.И. Уникальные дома от Райта до Гери / И.И. Анисимова. – М.: Архитектура-С, 2009. – С.157.
4. Философия экологичности архитектуры как основа современного проектирования жилища // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dspace.bstu.ru/bitstream/123456789/2162/1/10.%20%D0%98%D0%BB%D1%8C%D0%B2%D0%B8%D1%86%D0%BA%D0%B0%D1%8F.pdf>
5. Архитектура и экология// [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://archi.ru/press/world/6156/arhitektura-i-ekologiya>
6. Архитектурная экология// [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://library.pguas.ru/xmlui/bitstream/handle/123456789/617/%D0%AD%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

## ПОДБОР РАСТЕНИЙ ПРИ ОЗЕЛЕНЕНИИ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

С.В. Бороздина  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

**Аннотация.** В статье рассматриваются критерии выбора и предпочтения подбора растений при озеленении городских территорий.

**Ключевые слова:** городское озеленение, урбанизация, подбор растений, благоустройство, ландшафт.

В настоящее время вопросы сохранения и улучшения природной среды в городе, а также создания обстановки, которая положительно повлияет на психофизическое состояние человека, приобретают особое значение. Это особо актуально в период эволюции городов, развития различных видов транспорта и рост активности городской жизни. Зеленые насаждения положительно влияют на температуру и влажность: даже небольшая растительная зона может снизить температуру летом на несколько градусов, как внутри себя, так и на прилегающих территориях. Они также улучшают ионизацию воздуха и обладают значительной способностью к испарению.

Не только в крупных городах, но и в загородных областях проводятся работы по облагораживанию парков, скверов и других общественных пространств. Люди сами создают клумбы и высаживают растения у входов в дома, что значительно улучшает общий вид придомовой территории.

Для благоустройства парков, садов и скверов, современных бульваров и зон отдыха в приобъектных территориях, таких как центры образования, детские сады, больницы, театры используют посадки растений для городского озеленения, которые были разработаны ландшафтными дизайнерами много лет назад. Это рядовые и аллеи посадки деревьев, группы, живые изгороди различной конфигурации, рабатки, шпалеры, газоны.

При озеленении различных объектов в городе следует выбирать растения, которые наиболее эффективно справляются с поставленными задачами. Например, при озеленении улицы с многоэтажными зданиями важно защитить фасады от солнца, поэтому идеальными растениями будут березы, остролистные клены, липы, сосны или другие высокие деревья. Для создания тени на тротуарах идеально подойдут невысокие или некрупные деревья, такие как черемуха, татарский клен или рябина. В то же время важно учитывать условия, в которых будут располагаться зеленые насаждения, поскольку одни и те же виды способны существенно в зависимости от условий произрастания. Например, московская липа в парковых зонах может достигать высоты более тридцати метров, а на улицах – менее десяти.



Рис. 1. Подбор растений при озеленении городских территорий

Форма кроны также является важным фактором при выборе растений для озеленения города. Крона играет решающую роль при создании архитектурных композиций, таких как вертикальное озеленение зданий и сооружений, улиц и площадей и т.д. Растения делятся на два типа: с геометрической формой кроны и с кроной, требующей формирования. Некоторые растения, такие как туя, рябина, липа, шиповник, облепиха и пихта, легко формируются. Использование этих растений в ландшафтном дизайне позволяет создавать различные композиции.

Густая крона кустарников и деревьев более эффективно защищает от ветра, солнечного света и снега. Прозрачная крона, напротив, чаще используется для сложных композиций, так как позволяет свету и тени играть и дополнять архитектуру зданий. К растениям с густыми кронами относятся пихта, черемуха, вяз, липа, дуб и каштан. Прозрачная крона характерна для груши, осины, акации белой и абрикоса.

При озеленении города важно учитывать климатические и эстетические требования. Для создания эффектного декора в течение всего лета рекомендуется использовать быстрорастущие и обильно цветущие виды растений, такие как алиссум, петуния, маттиола, иберис и люпин. Для создания впечатляющих клумб, например, перед административными зданиями, можно использовать цветущие растения, такие как примула, гвоздика перистая, анемона, а также декоративные листопадные растения, такие как кузнечик, бадана и хоста.

Основной ассортимент для городского озеленения включает в себя такие виды деревьев и кустарников, которые надолго сохраняют свою декоративность. Некоторые из них включают пушистую березу, шершавый вяз, остролистный клен, мелколистную липу, белый и серебристый тополь, ясень обыкновенный и рябину обыкновенную.

Также хорошим выбором являются хвойные деревья, такие как ель колючая, канадская, сербская, а также европейская и обыкновенная лиственница.

Для создания увлекательного ландшафта, вы можете воспользоваться различными декоративными лиственными кустарниками, такими как белая дернина, калина и гордовина, кизил блестящий, альпийская и золотистая смородина, снежкогодник белый, шиповник морщинистый, сирень обыкновенная и венгерская, клен гиннала и барбарис обыкновенный.

При выборе растений для конкретного объекта следует учесть его особенности, факторы окружающей среды и цели, которые они будут выполнять. Важно также учесть биологические особенности и архитектурные качества растений, их взаимодействие с окружающей средой и условиями роста. Рост и развитие растений зависят от состояния почвы, влажности и освещения.

При размещении деревьев и кустарников важно учитывать их размеры, форму и густоту кроны. Не рекомендуется выбирать растения с ярким запахом, наличием токсичных веществ или способностью распространяться, что может негативно влиять на поверхность дороги или вызывать другие проблемы.

При выборе растений также стоит учитывать климатические условия конкретного города, среднюю температуру и влажность, а также особенности почвы. Желательно отдавать предпочтение местным видам флоры, учитывая архитектурные особенности зеленых насаждений.

Автором отмечается, что при выборе растений при озеленении городских территорий необходимо придерживаться определенных критериев и учитывать множество факторов, зависящих от условий, объемно-планировочного решения и многого другого.

### Список литературы

1. Боговая И.О. *Озеленение населенных мест: учеб. пособие* / И.О. Боговая, В.С. Теодоронский. – Изд. 2-е, стер. – СПб. Лань, 2022. – 247 с.
2. Васильев М. *Садовые деревья и кустарники. Иллюстрированная энциклопедия* / М. Васильев. – М.: Эксмо, 2019. – 224 с.
3. Курбатова А.С. *Создание устойчивой системы зеленых насаждений в городе: ландшафтные, инженерные, агротехнические приемы* / А.С. Курбатова, С. И. Грибкова. – М. – Смоленск, 2018. – 151 с.
4. Теодоронский В.С. *Садово-парковое строительство (посадки деревьев и кустарников в сложных экологических условиях): учебное пособие* / Теодоронский В.С. – М.: МГУЛ, 2021. – 90 с.

## ПРИРОДНЫЕ АНАЛОГИ В АРХИТЕКТУРЕ

А.Д. Жуликова

Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В этой публикации была затронута тема связи человека с природой, почему это необходимо для нашего здоровья, какие идеи мы у нее берем. Архитектурный стиль современности био-тек, его особенности и как он помогает людям стать ближе к окружающей среде.

С самого начала нашей истории человек является частью живой природы. Ему, как биологическому существу, необходимо дыхание, питание, тепло и безопасность. Так, архитектура зародилась еще в эпоху палеолита, потому что люди, как и другие животные, начали изобретать первые жилища для удовлетворения своих материальных потребностей.

Связь человека и природы неразрывна, как бы человек не стремился к технологическому прогрессу, он все равно возвращается к природным истокам. Потому что природа – гениальный творец, и своими открытиями и изобретениями человек во многом обязан ей, ведь только у неё максимум эффективности, самые полезные решения и миллиарды лет на эксперименты. Так, самолет стал первым, но не единственным изобретением, вдохновленным природой, благодаря человеческому любопытству и наблюдениям за животным миром.

Еще хорошим примером в плане заимствования идей служит проект ботанического сада «Эдем» в Великобритании (Рис.1). Примеры из биологии послужили ключом к решению многих задач, например, на создание строительных конструкций проектировщики толкнули мыльные пузыри, пыльца и молекулы углерода, что послужило основой для формы здания. Также для наиболее эффективного строительного решения им нужно было найти

альтернативу стеклу, потому что оно было слишком тяжелым и ограничивало размеры некоторых частей, а в природе есть множество примеров конструкций на основе герметичной мембраны. Они использовали высокопрочный полимер, благодаря этому в семь раз увеличились расстояния между конструкциями и вес был намного меньше.

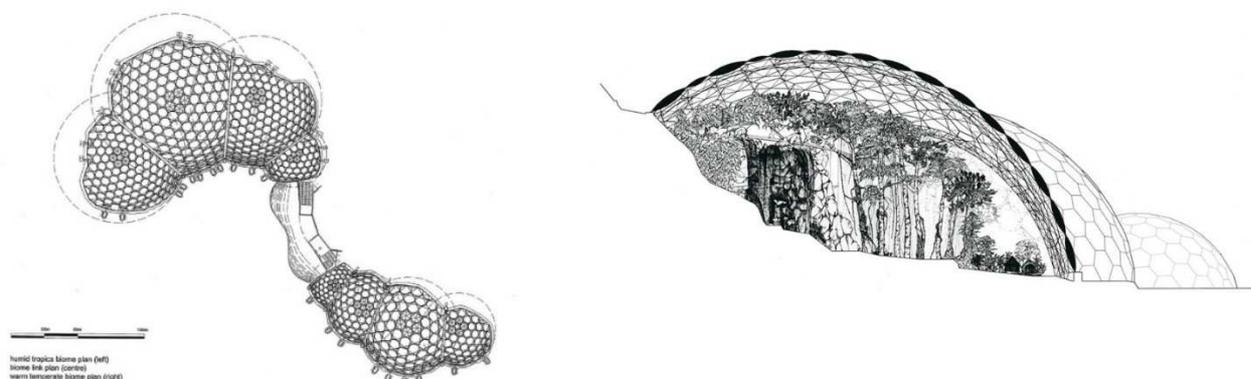


Рис. 1. Ботанический сад «Эдем»

В наше время человек использует для строительства зданий и сооружений в основном такие материалы, как бетон, стекло и металл. Все чаще фасады зданий украшают металлическими конструктивными элементами, используются грубые формы в архитектуре не только деловых и общественных центров города, но и в архитектуре рекреационных зон. Естественно, это все происходит с точки зрения экономии средств на постройки зданий и сооружений. Нозаполнение природного пространства архитектурой с ярко выраженными конструктивными элементами ведет к разрушению образа природы как единого организма. Все это неблагоприятно влияет на человека. Мы, как часть живой природы, должны находиться с ней в гармонии для удовлетворения потребностей уже психологического и энергетического характера.

Поэтому одним из важнейших стилей архитектуры в настоящее время является «био-тек» или «бионическая архитектура». Это архитектурный стиль, при котором в основе конструкции сооружения или их внешнем виде используются элементы живой природы. В био-теке заложена идея приобщения человека к живой природе. Сегодня мы все глубже закрываемся в «каменных джунглях» от внешнего мира забывая наши естественные места обитания. Бионическая архитектура в свою очередь пытается вернуть человека в природу, окружив живыми растениями и другими элементами флоры. А также самым главным фактором такогости является помощь человеку в избавлении от стресса в крупных городах, это не может не сказаться на нашем ментальном здоровье.

Характерные черты био-тек – это схожесть с объектами природы, например, есть такие здания, которые повторяет форму раковины моллюска, яйца или цветка. Например, Художественный музей Милуоки напоминает большую белую птицу, а в основе Эйфелевой башни лежит пористая структура берцовой кости, она пористая, легкая и хрупкая и способна выдерживать большие нагрузки (Рис.2).

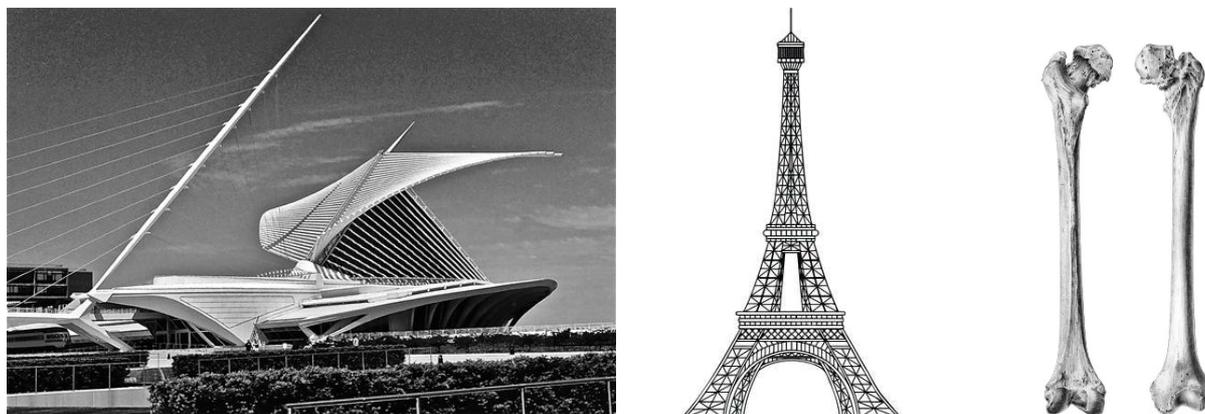


Рис. 2. Художественный музей Милуоки, Эйфелева башня

Органическая архитектура асимметрична и имеет в своей основе плавные линии без острых углов. Часто также можно заметить внедрение в сооружение конструкции, которые схожи с природной структурой, например, пчелиные соты, пузыри, паутина и волокна (Рис.3).

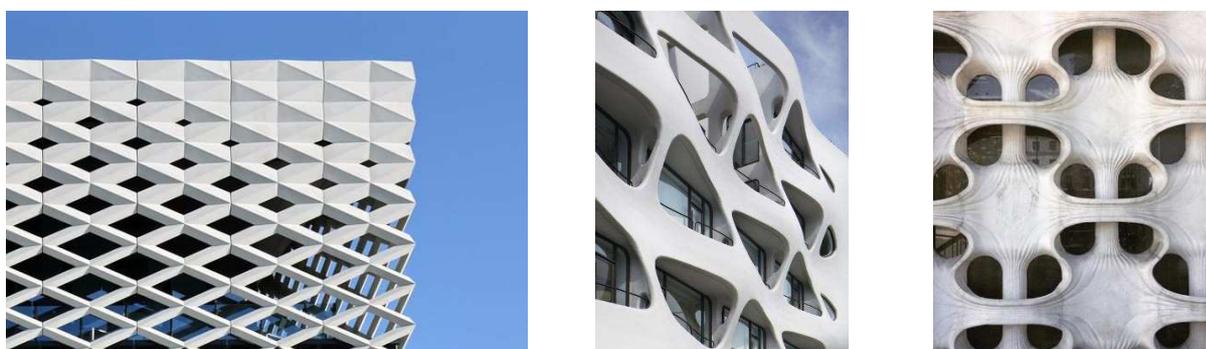


Рис. 3. Природные текстуры в архитектуре

В бионической архитектуре применяются экологические материалы, такие как, дерево, камень, бамбук, смеси земли и глины, а также большое внимание уделяется зелёным насаждениям. В качестве основных цветов архитекторы используют зеленый, коричневый и белый, так как они максимально приятны человеческому глазу, не создают внешнего визуального шума и благоприятно воздействуют на психическое состояние человека.

Мы привыкли использовать ресурсы, извлекая и превращая их в недолговечный продукт, от которого мы впоследствии избавляемся. В природе же всё циклично, и бионической архитектура стремится использовать максимальное количество экологических способов энергии производства, например, использовать солнечные батареи, приборы для сбора дождевой воды, а также, отдается предпочтение естественному освещению.

Таким образом, Развитие стиля био-тек является необходимым путем объединения архитектуры и окружающей среды, чтобы человек мог чувствовать себя частью природы и гармонично с ней взаимодействовал, ведь это очень влияет на нас как физически, так и эмоционально.

## Список литературы

1. Полин М. *Используя гений природы в архитектуре*. 2010. [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: [http://www.ted.com/talks/lang/ru/michael\\_rawlyn\\_using\\_nature\\_s\\_genius\\_in\\_architecture.html](http://www.ted.com/talks/lang/ru/michael_rawlyn_using_nature_s_genius_in_architecture.html)
2. Пушилина Ю.Н. *Экологические основы архитектурного проектирования: учеб.пособие / Ю.Н. Пушилина*. – Тула:Аквариус, 2015. – С. 173-176.
3. Лопотков Я.В. *YouTube (15 мар. 2019 г). Биомимикрия, укради если сможешь – Топлес [Видео файл].* Взято из [https://www.youtube.com/watch?v=\\_IeWWi8cV9I&t=215s](https://www.youtube.com/watch?v=_IeWWi8cV9I&t=215s)
4. *Architecture4UYouTube (21 дек. 2017 г). Стиль архитектуры - Биотек (Бионика)[Видео файл].* Взято из <https://www.youtube.com/watch?v=T4vKIlrn-HY>
5. Тапалчинова Д.Н. *Влияние архитектуры зданий на психологическое состояние человека / Д.Н. Тапалчинова*. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2019. – № 23 (261). – С. 67-68. – URL: <https://moluch.ru/archive/261/60383/>

## ЗДОРОВЫЕ И БЕЗОПАСНЫЕ ДОМА

А.В. Погодаева

Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье приведен анализ развития экологии жилища и современных систем сохранения здоровья человека при строительстве домов. Рассмотрены основные факторы экологического загрязнения как в окружающей среде, так и внутри жилища человека.

Люди часто думают, что только плохая экология и загрязненная окружающая среда отрицательно влияют на их организм, но это не так. Большую часть жизни человек проводит дома. Там он спит, ест, пьет, общается с родными и друзьями, выполняет домашние дела или проводит часть свободного времени. С давних времен люди стремятся сделать свое жилище лучше, крепче, чище, чтобы их семьи жили в благополучии, дети росли и познавали жизнь, зная, что дома они всегда в безопасности.

Сам термин «экология» произошел от греч. слова *oikos* – гнездо, дом, *logos* – наука и, буквально, означает «наука о местообитании» или «наука о доме». Но только с середины XX в, в связи с усилением воздействия человека на природу, значения термина «экология» начинает расширяться. На сегодняшний момент существует целый раздел по экологии жилища, который совершенствуется с каждым новым поколением. Экология жилища как область знаний стремится систематизировать методы создания и поддержания оптимальной жилой среды. Для этого учитываются климат и ландшафт участка, ориентация и размещение дома, материалы стен и перекрытий, система кондиционирования и вентиляции, звуковой и световой комфорт. Помимо внешних загрязнителей, на среду жилища влияют множество внутренних факторов:

Воздух. Основными загрязнителями воздуха в доме являются: пыли различных видов, оксиды углерода, азота, серы, табачный дым, пары ртути,

формальдегиды, аммиак, хлор, радон, суперэкоотоксиканты. Источниками суперэкоотоксикантов являются природные явления и антропогенное загрязнение (производственные процессы сжигания органики при недостатке кислорода, применение пестицидов и гербицидов, автотранспорт, химическое, металлургическое, целлюлозно-бумажное производства, утилизация, в том числе неграмотное сжигание отходов, использование полимеров, красителей, минеральных удобрений, моющих средств, недоброкачественные пищевые продукты и радионуклиды). Мощным источником суперэкоотоксикантов является табачный дым [1].

Вода. Существует два вида загрязнения воды: патогенное (бактерии, вирусы, грибковые образования, гельминты и другие) и химическое (повышенное содержание железа, марганца, меди, сульфатов, хлоридов, цинка, алюминия, бериллия, молибдена, нитратов, нитритов и других веществ).

Электромагнитное излучение. Расположение жилья около высоковольтных линий передач и электротранспорта особенно опасно из-за электромагнитных полей сверхвысоких частот. Отрицательное воздействие на человеческий организм оказывают работающие радиопередатчики, передающие радиосигналы, системы сотовой, мобильной, спутниковой и радиорелейной связи. Постоянное пребывание в электромагнитном поле вызывает многие расстройства нервной системы, негативно влияет на сердечно-сосудистую систему, сказывается на деятельности внутренних органов.

Количество негативных факторов, загрязняющих организм человека и окружающую среду в целом, необычайно велико, поэтому, чтобы обезопасить себя, люди начали шире изучать экологические материалы и бороться с загрязнением среды. Теперь всё больше людей склоняются к строительству экологических домов, что способствует снижению уровня загрязнения. Что такое экологичный дом?

Экодом – современное жилое сооружение, которое полностью безвредно для людей и окружающей среды. Такие дома возводятся из природных материалов и оснащены энергоэффективными системами. Не всегда есть возможность построить дом в экологически чистом районе, однако, применение технологии строительства экодома позволит уменьшить влияние негативных факторов на организм человека, а также уменьшит загрязнение окружающей среды хотя бы на минимальном уровне.

При создании экодома чрезвычайно важно стремиться к экономичному энергопотреблению. Применение солнечной или ветровой энергии, путем установки солнечных батарей и ветряков, позволяет обеспечивать подогрев воды, работу отопительной системы и любых других внутренних систем в совокупности.

Здоровый и безопасный дом требует тщательного подбора материалов, не содержащих ядовитых веществ. На сегодняшний день строительные материалы делятся на две группы: полностью экологичные (дерево, пробка, камень, кожа, натуральная олифа, солома, бамбук и т.д.) и экологичные условно (если натуральное сырье смешивается с искусственными веществами, тем самым частично теряя свои свойства). При возведении экодома, помимо строительных и отделочных материалов, используются безопасные утеплители из эковаты,

стекловолокна, пенополиуретана, хлопка, льна, мха и других натуральных материалов, они имеют хорошую тепло- и звукоизоляцию.

Чтобы снизить энергопотребление и сократить расходы на воду, применяется система «умный дом», с помощью которой можно контролировать коммуникации, технику и электронику дома, ей можно управлять по расписанию, и систему легко активировать с устройства удаленно. Это помогает контролировать энергопотребление и своевременно отключать устройства, издающие электромагнитное излучение. Система умного дома позволяет свести к минимуму выбросы углекислого газа, благодаря умным термостатам, а также, очистить воздух с помощью увлажнителей и ионизаторов.

Сегодня все больше людей выбирают экологически чистое жилище, осознанно подходят к выбору материалов и используют инновационные технологии, чтобы улучшить качество своей жизни и обезопасить ее от негативных факторов.

### Список литературы

1. Голицын А.Н. Экология вашего дома // Обложка «СОЛОН-Пресс», 2010 // URL: [https://www.universalinternetlibrary.ru/book/64371/chitat\\_knigu.shtml](https://www.universalinternetlibrary.ru/book/64371/chitat_knigu.shtml) (дата обращения 28.10.2023)

2. Образовательный портал Studbooks.net – Экология жилища // URL: [https://studbooks.net/878821/ekologiya/elektromagnitnoe\\_izluchenie](https://studbooks.net/878821/ekologiya/elektromagnitnoe_izluchenie) (дата обращения 28.10.2023)

3. Статья Николая Пономарёва «Экологичный дом - какой он?» // URL: <https://m-strana.ru/articles/ekologichnyy-dom/> (дата обращения 28.10.2023)

4. Статья Андреа Харви от 29.04.2021 «Что такое умный дом и как он поддерживает экологичную жизнь?» // URL: <https://www.safewise.com/blog/what-is-a-smart-home-and-how-does-it-support-green-living/> (дата обращения 28.10.2023)

5. Экология дома. Рекомендации по созданию экологически чистого дома. Безопасный дом // URL: <https://fb.ru/article/312516/ekologiya-doma-rekomendatsii-po-sozdaniyu-ekologicheski-chistogo-doma-bezopasnyiy-dom> (дата обращения 28.10.2023)

## АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ САМЫХ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ГОРОДОВ МИРА

Ю.Н. Пушилина, П.А. Крутина  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Загрязнение городов является одной из наиболее серьезных экологических проблем современности. Загрязнение воздуха, воды и почвы вызывает отрицательные эффекты на здоровье людей, природные экосистемы и общество в целом.

Экологические факторы и причины загрязнения городов в мире могут быть различными, и их можно разделить на несколько основных групп:

1. Выбросы промышленных предприятий: загрязнение воздуха и воды происходит из-за выбросов от производств, которые не соблюдают нормы

экологической безопасности. Неконтролируемый выброс вредных веществ может привести к заболеваниям дыхательной системы и раковым заболеваниям. Например, г. Линьян в Китае известен своим крупным химическим комплексом, который испускал загрязненные вещества в воздух и воду, что привело к серьезным экологическим проблемам.

2. Использование транспорта: транспорт является одним из основных источников углеродных выбросов, влияющих на глобальное потепление. Автомобили, особенно с независимым приводом, выбрасывают высокие уровни вредных веществ, таких как оксиды азота и углеводороды, в атмосферу. Например, в Мехико, известном своей проблемой с загрязненным воздухом, огромное количество автомобилей каждый день вносит свой вклад в ухудшение качества воздуха.

3. Недостаток пространства для обработки отходов: неконтролируемая выгрузка и неправильная обработка отходов приводят к загрязнению почвы, воды и воздуха. Недостаток складов для отходов и недостаточное соблюдение правил и норм добавляются к проблеме. К примеру, в Индии, многие города имели проблемы с утилизацией отходов, что привело к загрязнению воды и почвы.

Индия, одна из самых населенных стран в мире, сталкивается с рядом серьезных экологических проблем. Города Дели и Мумбаи страдают от серьезных проблем с загрязнением воздуха. Высокая плотность населения, проблемы с транспортом и промышленностью приводят к выбросам большого количества загрязняющих веществ в атмосферу. Сукинда и Вапи страдают от недостаточной инфраструктуры по сбору и переработке отходов. В результате большая часть мусора просто выбрасывается на улицы или попадает в реки и другие водоемы. Это создает проблемы с загрязнением почвы и воды, а также способствует распространению инфекционных заболеваний. Кроме того, реки и подземные воды часто загрязнены отходами и промышленными выбросами.

В Китае же загрязнение городов, в основном, связано с быстрым развитием промышленности и массовым населением, что приводит к повышенному загрязнению воздуха, воды и почвы. Пекин известен своим серьезным загрязнением воздуха, особенно во время зимы, когда используется много углеводородного топлива для отопления жилых домов. По данным Всемирной организации здравоохранения, Пекин является одним из городов с самым высоким уровнем загрязнения воздуха в мире. Шанхай также страдает от загрязнения воздуха, вызванного автомобильным и промышленным движением. Помимо этого, Шанхай имеет проблемы с загрязнением воды из-за неэффективной системы очистки сточных вод, что влияет на экосистемы и жизнь рыб. Гуанчжоу страдает от серьезных проблем с загрязнением воздуха, вызванными индустриализацией и массовым использованием источников энергии на основе угля. В 2013 году, в Гуанчжоу был объявлен «черным городом» из-за высокого уровня загрязнения воздуха. Чунцин также страдает от загрязнения воздуха, которые вызывается выхлопными газами из транспорта и промышленных предприятий. Город Хотан имеет проблемы загрязнения подземных вод фенолами, цианистыми и ртутными соединениями. Вода из рек непригодна для питья и полива растений.

В Гане в городе Аккра находится крупнейшая свалка электронных приборов. Там скапливается огромное количество вышедших из строя или уже

отслуживших свой срок приборов. Мусор сжигают для добычи цветных металлов, и дым от горящего пластика выпускает в атмосферу много токсичных соединений. Почва вокруг свалки содержит в себе свинец, ртуть и кадмий.

В Непале в городе Катманду не хватает озеленения, а также не развита система канализации, дождевые стоки часто засоряются, плохо развита утилизация мусора, и местные жители часто выбрасывают отходы на улицу или реки, так как культура сбора мусора плохо развита.

Африка сталкивается с рядом серьезных экологических проблем, которые оказывают негативное воздействие на окружающую среду и жизнь местного населения. Некоторые примеры городов, испытывающих данные проблемы в Африке, включают Лагос в Нигерии, Киото в Кот-д'Ивуаре и Кейптаун в Южной Африке.

Одной из основных проблем является загрязнение воздуха. В Лагосе и Порт-Хакорте высокая плотность населения и неэффективные системы управления отходами приводят к сжиганию мусора на улицах, что вызывает выбросы токсичных веществ и приводит к заболеваниям дыхательных путей у местного населения.

В городе Киото, расположенном в Кот-д'Ивуаре, одной из крупнейших экологических проблем является неправильная утилизация промышленных отходов. Большое количество опасных химических веществ, таких как свинец и ртуть, попадает в окружающую среду и водоемы, представляя угрозу для здоровья людей и дикой природы.

Город Кейптаун в Южной Африке страдает от недостатка пресной воды. Из-за длительной засухи, отсутствия эффективного управления водными ресурсами и природных бедствий, в городе возникла кризисная ситуация с водоснабжением. Жители вынуждены ограничивать потребление воды, вплоть до определенного лимита, и принимать строгие меры по экономии воды.

В России город Норильск также является одним из самых загрязненных городов в мире. Главным источником загрязнения являются выбросы от местных промышленных предприятий, таких как Ноникель. В результате отходы от производства попадают в окружающую среду, загрязняя атмосферу, воду и почву.

Выбросы химических веществ, таких как сера диоксид, различные тяжелые металлы и дым, вредят здоровью людей и животных. Они вызывают проблемы с дыханием, аллергии и другие заболевания, а также негативно влияют на экосистему.

Выбросы промышленных предприятий также загрязняют воду, включая реки и озера вокруг Норильска. Это негативно воздействует на рыбу и других водных организмов, а также на людей, которые потребляют загрязненную воду.

Постоянное загрязнение окружающей среды негативно воздействует на экосистему региона. Леса и растительность вымирают, а животные теряют свои естественные места обитания. Это приводит к сокращению биоразнообразия и нарушению природных экосистем.

Загрязнение окружающей среды в Норильске также способствует климатическим изменениям. Выбросы парниковых газов усиливают парниковый эффект и способствуют глобальному потеплению.

Стоит также сказать о радиационном загрязнении города Чернобыль. В результате аварии в 1986 году радиоактивные частицы были разнесены ветром и осадками и попали на территории Беларуси, России и Украины. Радиоактивные

материалы обладают высокой токсичностью и долго сохраняют свою активность, поэтому они все еще присутствуют в окружающей среде и оказывают негативное воздействие в течение десятков лет.

В результате радиоактивного загрязнения многие виды растений и животных пострадали, а некоторые даже полностью исчезли. Это привело к нарушению экосистемы и снижению биоразнообразия.

В 1988 году был создан черновыльский заповедник для защиты природы и организации экологически чистой зоны вокруг аварийного реактора. Однако, несмотря на все предпринятые меры по ликвидации последствий аварии, экологические проблемы Чернобыля остаются актуальными.

Как можно улучшить экологическую ситуацию в городах:

- **Образование и информирование:** осведомление общественности о вреде загрязнения окружающей среды и проблемах, связанных с экологией, для создания осознанного отношения к природным ресурсам и стимулирования принятия мер для их сохранения.

- **Снижение выбросов вредных веществ:** воздействие на крупные промышленные предприятия, чтобы они снизили выбросы вредных веществ и ввели более эффективные методы очистки выбросов.

- **Повышение энергоэффективности:** разработка и внедрение энергоэффективных технологий и инноваций, таких как улучшенные системы отопления, энергоэффективные автомобили и т.д., чтобы снизить потребление энергии и, следовательно, выбросы вредных веществ.

- **Защита и сохранение зеленых зон:** создание и сохранение парков, садов и других зеленых зон, которые способствуют очищению воздуха, а также служат местами отдыха для горожан.

- **Развитие возобновляемых источников энергии:** интенсивное развитие энергии из ветра, солнца и других возобновляемых источников, чтобы снизить зависимость от ископаемых видов топлива, таких как уголь и нефть, которые являются главными источниками выбросов вредных веществ.

- **Улучшение систем очистки воды:** использование более эффективных методов очистки сточных вод и вод в природных водоемах, чтобы устранить загрязнение воды и обеспечить ее безопасность для хозяйственных и питьевых нужд.

- **Восстановление почвы:** использование методов регенерации почвы, таких как посев трав и деревьев, компостирование и применение органических удобрений, для восстановления плодородия и снижения загрязнения почвы химическими веществами.

Автор статьи отмечает, что необходимость мониторинга загрязнения городов будет всегда. Решать проблемы загрязнения планеты в целом – сложная, масштабная задача всего человечества.

### Список литературы

1. Пушилина Ю.Н. *Экологические основы архитектурного проектирования: учеб. пособие* / Ю.Н. Пушилина. – Тула: Аквариус, 2015. – С. 220-226.
2. *Китай оказался угрозой мировой экологии [электронный ресурс]*
3. URL: <https://bellona.ru/2013/03/13/ekologicheskaya-situatsiya-v-kitae-probl/>
4. *Urban air pollution in Sub-Saharan Africa: Time for action [электронный ресурс]*

5. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749116312933>

6. *Экологические проблемы в г. Норильск [электронный ресурс]*

7. URL: <https://helpiks.org/3-51706.html>

8. *New Report Cites the World's Worst Polluted Places [электронный ресурс]*

9. URL: <http://www.worstpolluted.org/2013-press-release.htm>

## ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА

Ю.Н. Пушилина, О.Д. Наумова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

**Аннотация.** В условиях ограниченных ресурсов и увеличивающейся плотности населения, все больше внимания уделяется изучению и использованию подземных ресурсов для различных целей, таких как энергетика, хранение и утилизация отходов, водоснабжение, транспорт и промышленность. В статье отмечается, что освоение подземного пространства требует разработки и применения новых технологий и инженерных решений.

Подземное пространство города – это пространство под дневной поверхностью земли, используемое как «одно из средств преодоления тенденции расширения города, предмет разработок новых концепций создания и сохранения естественной среды обитания, достижения приоритетов эколого-экономического благополучия и устойчивого развития, создания условий жизнедеятельности людей в экстремальных условиях» [3]. Освоение подземного пространства представляет собой важный аспект современного развития, который позволяет эффективно использовать ограниченные надземные ресурсы и расширять возможности городской инфраструктуры. Все больше городов и промышленных объектов обращаются к подземным решениям для различных целей, таких как строительство подземных сооружений, разработка ресурсов, исследование пещер и туннелей, а также использование подземного пространства для хранения и производства [2].

Строительство подземных сооружений является одним из важных аспектов освоения подземного пространства. Подземное строительство может предоставить дополнительное пространство для городской застройки и улучшить использование надземной территории.



Классификация подземных сооружений

Например, Подземный Монреаль провинции Квебек в Канаде. Жители всегда знали, как использовать все возможности, которые предоставляет жёсткий климат этой местности. Он способствовал развитию превосходных зимних видов спорта, но влажный воздух и сильный ветер мешают при походе в театр и по магазинам. Жители Монреаля разрешили эту проблему, спустившись под землю. Подземный город (Montreal Underground City) был открыт в 1962 году и является самым большим искусственно созданным подземным комплексом в мире. Монреаль, расположенный под землёй – это десятки километров жилых и бизнес комплексов, гаражей, кинотеатров, концертных залов, ресторанов, отелей и других интересных объектов, где комфортно и тепло даже в зимний период.[5]

Разработка подземных ресурсов также является важным аспектом освоения подземного пространства. Это включает в себя добычу полезных ископаемых, таких как уголь, нефть, природный газ и руды. Освоение этих ресурсов может быть важным для энергетической и промышленной отраслей, а также для обеспечения ресурсов для жизнедеятельности людей.

Исследование подземных пещер и туннелей также является интересной и полезной деятельностью. Подземные пещеры могут быть природными образованиями или создаваться человеком и служить туристическими объектами или местами для научных исследований. Туннели могут использоваться для транспорта, водоснабжения или других целей. Например, Горном Крыму известно 12 пещер, воды которых дают более 60 % родникового стока и могут быть использованы для централизованного водоснабжения. Еще 100 млн. м<sup>3</sup> воды в год могут дать субмаринные источники [4].

Использование подземного пространства для хранения, производства и обработки различных материалов также является важным аспектом освоения. Например, подземные склады могут использоваться для хранения продуктов питания или других товаров, а подземные фабрики могут быть эффективными способами производства или обработки материалов.

Следует отметить не сказанные экологические преимущества подземных сооружений над наземными:

- повсеместное размещение в пределах города, с минимальным воздействием на природный ландшафт;
- надежная защита от прямого воздействия климатических условий;
- не нарушают сформировавшуюся структуру городской застройки;
- экономия энергоресурсов при эксплуатации;
- достаточно хорошая защита от воздействия сейсмозрывных волн и проникающей радиации, что обеспечивает некий щит от средств массового поражения;
- отличаются повышенной виброустойчивостью и акустической изоляцией, что особенно важно в сейсмически активных районах [1].

Однако освоение подземного пространства также включает ряд вызовов и проблем

- таких как безопасность;
- поддержание стабильности грунта;
- контроль загрязнения;
- поддержание экологического баланса.

Необходимо учитывать все эти аспекты и применять соответствующие технологии и меры предосторожности. Освоение подземного пространства может быть осложнено различными социально-экологическими проблемами.

Одной из главных проблем является уничтожение экосистем и природных ресурсов, связанных с подземными областями. Постройки могут требовать вырубки деревьев, разрушения почвы и динамики грунта, а также нарушения экологического равновесия. В результате этого могут быть негативно затронуты биоразнообразие и местные экосистемы.

Кроме того, освоение подземного пространства может вызвать проблемы с удалением отходов и загрязнением окружающей среды. В процессе строительства и эксплуатации подземных сооружений, таких как парковки и станции метро, может возникнуть необходимость в утилизации строительного мусора и отходов. Неправильное управление отходами может привести к загрязнению грунта и подземных вод, что негативно скажется на окружающей среде.

Кроме экологических проблем, освоение подземного пространства также может вызывать социальные проблемы. Например, строительство может привести к выселению жителей и разрушению существующих социальных структур. Это может быть особенно проблематично, если выселяемые люди принадлежат к уязвимым группам, таким как бедные или мигранты. Также, строительство подземных сооружений может вызвать проблемы с обеспечением безопасности и здоровья рабочих, если не соблюдаются соответствующие стандарты и нормы труда.

Освоение подземного пространства для парковок и метро может в будущем вызвать следующие социально-экологические проблемы:

1. Ухудшение качества воздуха: строительство и эксплуатация подземных объектов может привести к загрязнению воздуха из-за выбросов от выхлопных газов и прочих источников загрязнения.

2. Потеря естественной зеленой территории: строительство подземных парковок может потребовать вырубки деревьев и уничтожение природных зеленых зон, что может негативно сказаться на экологическом равновесии и психологическом благополучии людей.

3. Угроза водным ресурсам: при строительстве подземных структур может возникнуть проблема с дренажем и управлением водоотводом, что может привести к проникновению воды и загрязнению подземных вод.

4. Ухудшение качества жизни: строительство и эксплуатация подземных объектов может вызвать шум, вибрации и другие негативные факторы, которые могут негативно сказаться на качестве жизни людей, проживающих рядом с такими объектами.

5. Потеря исторических и культурных ценностей: строительство подземных структур может потребовать разрушения или переноса исторических и культурных объектов, что может привести к потере национального и культурного наследия.

6. Повышенные затраты на обслуживание и эксплуатацию: подземные структуры требуют постоянного технического обслуживания и контроля, что может привести к увеличению расходов на поддержание их работы.

7. Риск возникновения аварий: строительство и эксплуатация подземных объектов связаны с определенными рисками, такими как обрушение туннелей, пожары, наводнения и другие аварийные ситуации.

Автором отмечается, что перечисленные проблемы требуют пристального внимания, научного комплексного подхода и требуют поиска всё новых и новых решений в настоящее время.

### Список литературы

1. Антонова Д.А. Преимущества использования подземного пространства в современных условиях / Д.А. Антонова, В.О. Макаренко // Шаг в науку. – 2018. – №. 2. – С. 111-113.

2. Все глубже, глубже и глубже. Стратегия инновационного развития ПОДЗЕМНОГО городского пространства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ardexpert.ru/article/4137>.

3. Использование подземного пространства: учебное пособие для вузов / Д.С. Конюхов. — М.: Архитектура-С, 2004. – 296 с., ил. – ISBN 5-9647-0008-X

4. Амеличев Г.Н. Пещеры как объект экологического туризма / Г.Н. Амеличев // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. География. Геологи. – 2016. – №1. – С. 86-98.

5. Подземный Монреаль // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://pikabu.ru/story/podzemnyiy\\_monreal\\_9257466](https://pikabu.ru/story/podzemnyiy_monreal_9257466)

## КРУГОВОРОТ ВЕЩЕСТВ В ПРИРОДЕ С АРХИТЕКТУРНОЙ ТОЧКИ ЗРЕНИЯ

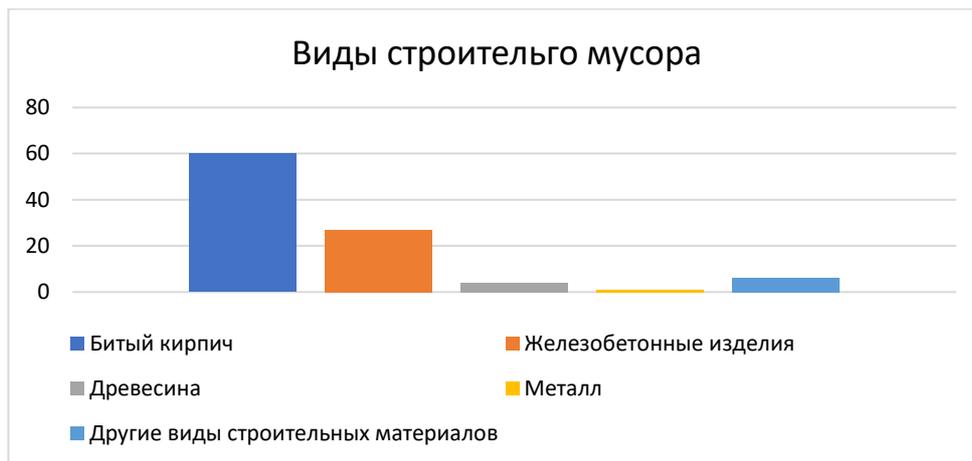
Ю.Н. Пушилина, Я.А. Семичастнова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В современном мире, где ресурсы становятся все более ограниченными и окружающая среда подвергается серьезным изменениям, необходимо ориентироваться на переработку и возобновляемость материалов. Круговорот веществ – это процесс, в котором отходы и ресурсы возвращаются обратно в природу или используются для производства новых продуктов. В данной статье рассмотрим принципы рециклинга и изучим ряд решений и инноваций для улучшения с помощью этого процесса.

Архитектура является одной из самых важных отраслей человеческого творчества, и она непрерывно развивается вместе с технологическими, социальными и экологическими изменениями. В последние десятилетия особое внимание начало уделяться проблеме сохранении окружающей среды и улучшении экологии. Переработка строительных отходов на сегодняшний день является одной из важнейших аспектов в сфере улучшения экологической ситуации.

Анализ данных исследования строительных площадок показал, что наиболее распространенные отходы генерируются как при демонтаже зданий, так и в основной период строительства, а то есть битый кирпич, битый бетон и железобетон. Следует отметить, что в некоторых случаях отходы могут достигать 70-80 % объема хранимых отходов. Таким образом, приближенное количество бетона, перевозимого на полигон, колеблется от 9 до 120 тонн (без учета отходов, что было утилизировано до осмотра строительных площадок). Такие объемы

значительны, и вывоз отходов на свалку приводит к потере ценных материалов [1-2].



Вывозимые на полигоны строительный мусор загрязняет окружающую среду, занимая при этом внушительные площади. Токсичные вещества, содержащиеся в отходах, такие как, свинец и асбест, проникают в почву, грунтовые воды и в воздух, что негативно сказывается, прежде всего, на здоровье людей. К тому же сроки разложения большинства строительных материалов, попадающих в отходы, весьма велики. Например, обломки кирпича имеют срок разложения до 100 лет, доски со стройки – до 10 лет [3].

Один из способов реализации принципов зеленой архитектуры – это использование переработанных материалов при строительстве и реконструкции зданий. Вместо выбрасывания отходов строительства на свалку и добычи новых материалов из природных источников, можно использовать уже существующие материалы, которые уже прошли процесс переработки и могут быть повторно использованы.

Примеры переработанных материалов, которые могут быть использованы в архитектуре, включают в себя:

- Битумизированную кровлю из переработанных шин
- Древесные плиты из переработанной древесины
- Изоляционные материалы из переработанного стекловолокна
- Облицовочные материалы из переработанного кирпича или стекла

Проведенные исследования качества полученного битого бетона показали достаточные прочностные характеристики получаемых строительных изделий [5], для их дальнейшего использования при строительстве новых зданий и сооружений или в качестве бетонного заполнителя для реконструкции гидротехнических сооружений. Такое использование бетонных отходов уменьшит объем добываемых природных ресурсов, уменьшит загрузку на свалки, а также минимизирует логистические затраты на перевозку отходов и природных ресурсов.

Практика утилизации отходов и повторного использования материалов имеет важное значение для сохранения окружающей среды и смягчения тяжелых экологических последствий человеческой деятельности. В архитектуре рециклинг также приобретает все большую значимость, превращаясь в мощный инструмент для создания экологически чистых зданий.

В архитектуре круговорот веществ может быть реализован через использование экологичных и перерабатываемых материалов, а также через эффективное управление отходами.

Проведенные исследования качества полученного битого бетона показали достаточные прочностные характеристики получаемых строительных изделий [1-2], для их дальнейшего использования при строительстве новых зданий и сооружений или в качестве бетонного заполнителя для реконструкции гидротехнических сооружений. Такое использование бетонных отходов уменьшит объем добываемых природных ресурсов, уменьшит загрузку на свалки, а также минимизирует логистические затраты на перевозку отходов и природных ресурсов.

Круговорот веществ также предполагает эффективное использование энергии. В архитектуре это может быть достигнуто с помощью использования возобновляемых источников энергии, таких как солнечные панели или ветряные генераторы, а также через энергоэффективное проектирование зданий. Например, использование изоляционных материалов с высокой теплоизоляцией и организация эффективной системы вентиляции позволяет сократить энергопотребление и снизить выбросы углекислого газа.

Одним из важных аспектов круговорота веществ в архитектуре является также водоснабжение и системы очистки сточных вод. Вместо традиционной одноразовой системы использования воды, следует стремиться к повторному использованию и рециркуляции водных ресурсов. Это может быть достигнуто через установку систем сбора и очистки дождевой воды, использование систем полива с повторным использованием сточных вод, а также через использование экологических способов обработки сточных вод.

Также необходимо учесть, что использование переработанных материалов также может иметь некоторые ограничения. Например, они могут иметь ограниченную доступность или быть более дорогостоящими по сравнению с новыми материалами. Кроме того, некоторые переработанные материалы могут иметь ограничения в использовании в определенных конструкциях или окружениях. Поэтому при выборе переработанных материалов необходимо учитывать их свойства и соответствие требованиям проекта.

В заключение, круговорот материалов в архитектуре – это важная тема, которая может помочь снизить негативное воздействие строительства на окружающую среду. Использование переработанных материалов не только уменьшает потребление сырьевых материалов, но и способствует созданию более устойчивых зданий и сооружений. Внедрение рециклинга при проектировании и строительстве зданий способствует сохранению природных ресурсов, снижению отходов и улучшению окружающего нас мира.

### **Список литературы**

1. Пушилина Ю.Н. *Экология и экологическая безопасность в градостроительстве (на примере Тульской области): монография / Ю.Н. Пушилина.* – Тула: Изд-во ТулГУ, 2021. – С. 120-121.
2. Хмелевской Н.А. *Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral» №3 (2020).*

3. В.В. Гасилов, И.В. Крючкова, ФЭС: Финансы. Экономика 11, 5-8 (2012).
4. Е.В. Кашевская, К.К. Костенко А.К. Костенко, Наука и техника в Дорожная индустрия 2 (29), 30-33 (2004).
5. А.С. Банникова Анализ развития индустрии рециклинга строительных материалов в Российской Федерации, Технические науки, 160,(2018).
6. И.И. Романенко М.И. Романенко И.Н. Петровнина, Е.М. Пинт, К.А. Еlicheva, Интернетжурнал Науковедение 1, 86 (2015).
7. Ю.М. Галицкова А.А. Михасек, Промышленное и гражданское строительство 6, 51-54 (2015).
8. В.Ю. Алпатов, Е.П. Акри, Ж. В. Селезнева, Совершенствование методов организации рециклинга при реконструкции зданий и сооружений, Технология и организация строительства, Градостроительство и архитектура № 4(2022).
9. [https://www.architime.ru/specarch/top\\_10\\_recycling/building.htm](https://www.architime.ru/specarch/top_10_recycling/building.htm) (дата обращения: 12.10.2023г.)

## **ПРИМЕНЕНИЕ ЭКОЛОГИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНОГО СЫРЬЯ**

П.Н. Чеботарев, С.А. Сидоров  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

***Аннотация.** В статье анализируется применение экологичных материалов на основе природного сырья, выявляются их преимущество и недостатки.*

Современное общество сталкивается с рядом экологических проблем, вызванных неустойчивым использованием природных ресурсов и загрязнением окружающей среды. Одним из ключевых факторов, влияющих на экологическую обстановку, является производство и использование материалов, которые могут быть опасны для окружающей среды и здоровья людей [1,3,7]. В этой связи, в последние годы все большее внимание уделяется разработке и применению экологичных материалов на основе природного сырья, эти материалы являются более безопасными и устойчивыми для окружающей среды, а также способствуют сокращению использования необновляемых ископаемых ресурсов.

Целью статьи является рассмотреть применение экологичных материалов на основе природного сырья и их влияние на окружающую среду.

Первый тип экологичных материалов на основе природного сырья – это биоразлагаемые материалы. Они производятся из растительных и животных материалов, которые могут разлагаться в природе без вреда для окружающей среды. Примерами таких материалов являются бумага, картон, дерево, натуральные текстильные волокна (хлопок, лен, шерсть) и т.д. Биоразлагаемые материалы имеют широкий спектр применения в различных отраслях, включая упаковочную, текстильную, строительную и другие.

Одним из наиболее популярных экологичных материалов на основе природного сырья является бамбук. Бамбук – это быстрорастущее растение, которое может быть использовано для создания различных продуктов, таких как

бумага, ткани, мебель и т.д. Он обладает высокой прочностью и устойчивостью к влаге, что делает его прекрасным материалом для строительства и упаковки.

Еще одним примером экологичного материала на основе природного сырья является картофельный крахмал. Он используется для создания биоразлагаемых пластиков, которые могут заменить традиционные пластиковые изделия, которые не подлежат переработке и могут загрязнять окружающую среду. Биоразлагаемые пластики на основе картофельного крахмала могут быть использованы для производства упаковки, посуды и других продуктов.

Кроме того, в последние годы все большее внимание уделяется использованию экологичных материалов на основе растительных отходов. Одним из примеров таких материалов является биоуглерод, который получается из сельскохозяйственных отходов, таких как солома, стебли и корни растений. Биоуглерод может быть использован для производства строительных материалов, удобрений и других продуктов [2].

Однако, помимо биоразлагаемых и растительных материалов, существуют и другие экологичные материалы на основе природного сырья. Например, древесно-полимерные композиты (ДПК) – это материалы, которые производятся из древесных отходов и полимеров. Они обладают высокой прочностью и устойчивостью к влаге, что делает их идеальным материалом для использования в строительстве и производстве мебели.

Другим примером экологичного материала на основе природного сырья является глина. Она может быть использована для производства кирпичей, черепицы и других строительных материалов. Глина является устойчивым и доступным материалом, который не загрязняет окружающую среду и может быть переработан для повторного использования.

Использование экологичных материалов на основе природного сырья имеет положительное влияние на окружающую среду. Во-первых, они способствуют сокращению использования невозобновляемых ресурсов, таких как нефть и газ. Это позволяет снизить загрязнение окружающей среды и сократить выбросы парниковых газов.

Кроме того, экологичные материалы обладают более низкой энергоемкостью в процессе производства по сравнению с традиционными материалами, что также способствует снижению выбросов парниковых газов и загрязнению окружающей среды.

Еще одним положительным аспектом экологичных материалов является их способность к биоразлагаемости. Традиционные материалы, такие как пластик, могут занимать сотни лет для разложения в природе, в то время как биоразлагаемые материалы могут разлагаться за короткий период времени без вреда для окружающей среды.

#### Недостатки экологичных материалов

Однако, несмотря на все преимущества, экологичные материалы на основе природного сырья имеют и некоторые недостатки. Во-первых, они могут быть более дорогостоящими по сравнению с традиционными материалами. Это связано с более сложным процессом производства и ограниченным доступом к природным ресурсам.

На рынке экологичных материалов может быть ограниченный выбор по

сравнению с традиционными материалами. Некоторые экологические материалы могут не обладать нужными свойствами или не соответствовать требованиям конкретных проектов, что может привести к ограниченным вариантам выбора.

Хотя экологичные материалы обычно более перерабатываемы, некоторые из них могут быть сложно или дорого переработаны. Это может создавать проблемы с утилизацией и увеличивать накопление отходов.

В отличие от традиционных материалов, экологичные материалы могут не иметь четких стандартов качества и безопасности. Это может приводить к недостаточно регулируемой и непредсказуемой производству и использованию экологичных материалов.

Некоторые экологичные материалы могут быть менее прочными и долговечными, по сравнению с традиционными материалами. Это может ограничивать их использование в некоторых приложениях, особенно там, где требуется высокая стойкость и долговечность.

В заключении, использование экологичных материалов на основе природного сырья имеет значительное положительное влияние на окружающую среду. Они помогают сократить использование необновляемых ресурсов, снизить выбросы парниковых газов, а также обладают способностью к биоразлагаемости. В целом, экологичные материалы представляют собой важное решение для снижения негативного воздействия на окружающую среду. Однако, необходимо продолжать исследования, разработку и совершенствование этих материалов, чтобы устранить их недостатки и расширить их область применения. Таким образом, в будущем экологичные материалы могут стать неотъемлемой частью устойчивого развития и сохранения окружающей среды.

### Список литературы

1. Пушилина Ю.Н. *Экологические основы архитектурного проектирования: учеб. пособие* / Ю.Н. Пушилина. – Тула: Аквариус, 2015. – С. 220-226.
2. *Кодекс Российской Федерации «Об административных правонарушениях» от 30.12.2001 N 195-ФЗ (ред. от 04.11.2022, с изм. от 24.11.2022).*
3. Астахов А.С. *Экологическая безопасность и эффективность природопользования* / А.С. Астахов, Е.Я. Диколенко, В.А. Харченко. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2018. – 323 с.
4. <https://manki-manik-salon.ru/ekologiya-i-ustoicivoe-razvitie-klyucevyye-voprosy-i-otvety-na-2023-god/> (Дата обращения: 15.05.2023г.)
5. [https://sciencejournals.ru/view-article/?j=vmsa&y=2019&v=61&n=4&a=VMSA\\_1904008\\_Rogovina](https://sciencejournals.ru/view-article/?j=vmsa&y=2019&v=61&n=4&a=VMSA_1904008_Rogovina) (Дата обращения: 12.08.2023г.)
6. <https://kalugaestates.ru/cto-takoe-regionalnye-ekologiceskie-problemy/> (Дата обращения: 14.09.2023г.)
7. <https://bukettschool.ru/ekologiceskie-problemy-vliyayushhie-na-klimat/> (Дата обращения: 14.09.2023г.)

## РАСТЕНИЯ МЕДОНОСЫ В РЕКУЛЬТИВАЦИИ ЗЕМЕЛЬ

Н.И. Велкова, В.П. Наумкин  
ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет  
имени Н.В. Парахина»,  
г. Орел

*Аннотация.* рассматриваются вопросы рекультивации земель сельскохозяйственного назначения с помощью растений медоносов. Приводятся примеры загрязнения почв радионуклидами и тяжелыми металлами, рассматривается ущерб от свалок твердых бытовых отходов, и выработанных карьеров. Намечены пути восстановления нарушенных земель медоносами для последующего использования в пчеловодстве.

За последние 100 лет человечество значительно продвинулось в плане освоения природных богатств и разработки новых технологий. Вместе с тем происходят определенные изменения в системе «человек-почва-растения-пчелы» иногда, к сожалению, вредные как для человека, так и насекомых. Много вреда наносят природе: повышенная радиация, последствия добычи полезных ископаемых (карьеры, шахты), возникновения различного рода свалок отходов.

Исследования показывают, что сельскохозяйственные культуры по-разному воздействуют на почву. Отдельные культуры способствуют очищению почвы от радиоактивных веществ – это гречиха посевная, горчица белая и другие. [3].

По способности накапливаться в почве, растительных тканях и токсичности наибольшее значение имеют Cu, Zn, Pb, Cd. Проведенная нами оценка содержания тяжелых металлов в почве (мг/кг) показала, что на расстоянии от автомагистрали в 1,0-1,3 км в разные годы исследования, содержание Cu, Zn, Pb, Cd было в основном в пределах нормы. При расстоянии в 25-30 метров от автомагистрали, их содержание в почве увеличилось Cu на 161,9 %, Cd на 158,7 %, Zn на 119,3 %, Pb на 109,3 %. В пробах почвы, отобранных на обочине дороги (2-5 метров) их содержание возросло на 185,7 %, 472,2 %, 238,2 %, 128,9 % соответственно, что наглядно свидетельствует о неравномерном распределении тяжелых металлов в почве на разной удаленности от автомагистрали и увеличении их содержания при приближении к ней.

В результате проведенных исследований установлено, что удаленность автомагистралей от посевов влияет на содержание тяжелых металлов в почве и частях растений, а также составе меда.

Наличие пчелиных семей в разных экосистемах играет положительную роль, но организация и содержание промышленных пасек, ориентированных на получение продукции (мед, пыльца, прополис, воск и пр.) предполагает выбор экологически чистого места для расположения пчелиных семей с обязательным контролем качества продукции.

Успех биологической рекультивации нарушенных земель с целью создания в последующем сенокосов и пастбищ в том числе и для пчел во многом зависит от правильного подбора растений. В опытах использовались свыше 30 бобовых трав и их смесей, которые возделывались на отвалах. По способности произрастания растения медоносы разделились на 3 группы: первая (хорошее развитие) – донник белый и люцерна посевная. Они давали урожай на всех породах; вторая

(удовлетворительное развитие) – клевер, эспарцет, вика. Растения этой группы были более низкорослые, фазу цветения прошли до 70 % растений; третья (растения угнетены) – фацелия и гречиха [1].

Результаты наблюдений за формированием естественной растительности на отвалах показали, что количество растений и их видовой состав в основном зависят от агрофизических свойств пород и возраста отвала.

Анализ данных лабораторных исследований почвенных образцов, отобранных на исследуемом участке нарушенных земель например Болховского района Орловской области, показывает, что среднее содержание токсичных химических элементов в почвенных образцах на участке перекрытия плодородного слоя бытовыми отходами значительно выше по сравнению с контролем: по кадмию – в 5,7 раза, по меди – 21,4 раза по свинцу – 8,7 раза, по цинку – 18,3 раза лохом узколиственным [2].

Результаты анализа образцов меда с пасек расположенных недалеко от свалки на содержание кадмия показали, что в среднем оно составило 0,050 мг/кг с колебаниями в отдельных пробах от 0,021 мг/кг (2017 г) до 0,085 мг/кг (2018 г), меди в среднем 0,459 мг/кг с изменениями от 0,312 мг/кг (2016 г) до 0,656 мг/кг (2017г), цинка – 1,237 мг/кг варьируя от 0,610 мг/кг (2016) до 2,472 мг/кг (2018). В образцах меда обнаружено повышенное содержание свинца в среднем 1,282 мг/кг с колебанием от 0,557 мг/кг (2018) до 2,36 мг/кг (2016).

На настоящий момент, превышения содержания меди, кадмия и цинка в образцах меда не обнаружено. По всей видимости, это объясняется тем, что свалка ТБО пока не заросла медоносной и другой растительностью и не посещается медоносных пчел, а почва под ней не используется в сельскохозяйственных целях. В тоже время в образцах меда обнаружено превышение содержания ПДК по свинцу.

В связи с вышеизложенным постоянное проведение мониторинга продукции пчеловодства и растениеводства принесет существенную пользу населению-потребителю сладкой продукции.

В целях устранения отрицательного воздействия человека на окружающую среду, почвенное плодородие, насекомых опылителей и медоносных пчел необходимо осуществление комплекса мероприятий по рекультивации нарушенных земель с использованием медоносных растений.

### Список литературы

1. Наумкин В.П. Мед – экологически чистый продукт / В.П. Наумкин, Н.И. Яровая // Пищевая промышленность. – №11. – 2002. – С.68.
2. Стифеев А.И. Травы на отвалах КМА / А.И. Стифеев // Кормопроизводство. – №4 – 1984. – С.22-24.
3. Стифеев А.И. Биологическая рекультивация земель на территории КМА: лекция / А.И. Стифеев. – Белгород, 1988. – 32 с.
4. Наумкин В.П. Содержание тяжелых металлов в почве и меде / В.П. Наумкин, Ю.В. Басов // Пчеловодство, №2. – 2019. – С. 10-11.

# МЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОЧАСТИЦ МОНТМОРИЛЛОНИТА В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ МЕДИЦИНЫ И НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

З.А. Дементьева, И.Г. Плотникова, О.В. Кузнецова, Е.Н. Денисов  
Оренбургский государственный медицинский университет,  
г. Оренбург

*Аннотация.* Нанотехнология – междисциплинарная область науки и техники, одним из объектов исследования которой является разработка и изучение новых материалов. В течение двух последних десятилетий, эта область науки стала индустриально и стратегически ведущей. Интерес к наноматериалам проявляется в связи с реально осуществимой возможностью их производства и использования в различных сферах деятельности.

Нанотехнологии – новое направление в науке и технологии, которое в последние десятилетия развивается особенно активно. Сейчас основная задача нанотехнологии – создание и использование материалов, технических устройств и систем, функционирование которых зависит от наноструктуры. То есть от упорядоченных фрагментов, размер которых варьируется в диапазоне от одного до ста нанометров.

Термин «нанотехнология» [2] был введен в 1974 году, профессором Норио Танигучи из Токийского Научного Университета. Звучало оно следующим образом: «Нанотехнология – технология производства, позволяющая достигать сверхвысокой точности и ультрамалых размеров».

Область применения нанотехнологий очень обширна, на данный момент они активно используются в наноэлектронике и нанофотонике; в фотодетекторах; в устройствах сверхплотной записи; в топливных элементах и устройствах хранения энергии; в устройствах микромеханики и наномеханики; в электрохимии и фармацевтике; в материалах, создаваемых для авиационной, космической и оборонной техники; в устройствах контроля состояния окружающей среды; в химической промышленности; в медицине; в биомеханике; в геномике и биоинформатике; в биоинструментарии.

На данный момент более 58 стран инвестируют в развитие нанотехнологий, в число этих стран входят Россия, США, почти все страны Евросоюза, а также Китай и Япония. По данным отчета РОСНАНО в 2018 году прибыль от реализации нанотехнологий отечественного производителя превысила 2 трлн рублей и ежегодно в среднем вырастает на 15 %. Учитывая это можно прогнозировать, что в будущем это направление будет развиваться всё активнее.

Одним из самых доступных источников наночастиц является наноглина – природный минерал, составляющий компонент бентонитовой глины. В Оренбургской области находится ~46% российских запасов бентонитовых глин.

Бентонитовые глины – нетоксичные, химически стойкие, обладают смазывающими свойствами, а при гидратации набухают в 14-16 раз, образуя гель, препятствующий дальнейшему проникновению влаги. Эти качества делают

бентонитовую глину незаменимым материалом в нефтегазовой (при очистке и крекинге нефти в качестве абсорбента и катализатора), пищевой (в производстве пищевых плёнок и увеличения химической и термической стабильности), медицинской промышленности (для получения адсорбентов при производстве антибактериальных стелек, препаратов, пломб, гипсов), текстильной, бумажной и мыловаренной промышленности, в качестве активного компонента отбеливателей, строительстве (в производстве лаков, герметиков, силиконов, клеев и проч.) и ряду других производств. Такие глины, используются как для приготовления буровых растворов, так и для приготовления лекарственных средств) и пищевой добавки E588. Данные наночастицы могут быть получены методом седиментации.

Седиментационный анализ – это совокупность методов определения размеров частиц в дисперсных системах и молекулярной массы макромолекул в растворах полимеров по скорости седиментации в условиях седиментационно-диффузного равновесия.

Однородность коллоидного раствора сначала наблюдалась визуально, а затем после достижения раствора однородности, производился контроль методом нефелометрии до расхождения показателей светорассеяния в 0,01 %. Седиментация имела продолжительность в 14 дней.

Методом динамического светорассеяния были определены размеры частиц в пробе. Определение выхода концентрирования осуществлялось гравиметрическим методом.

В рамках контролируемой седиментации вычислен практический выход наночастиц монтмориллонита, который составил 2,35 %. Рассчитанный теоретический выход имел существенные расхождение с экспериментальными данными, как следствие недостаточной пробоподготовки глины.

Основываясь на вышеизложенных результатах, седиментационный метод концентрирования и извлечения наночастиц монтмориллонита, позволяет получать фракцию частиц размерами менее 10 нм, что существенно отразиться на морфологии будущих нанокompозитных материалов.

За счет упрощения и удешевления способа получения монтмориллонита с помощью седиментационного метода, область его применения может существенно расширится. Это позволит использовать наночастицы монтмориллонита в производстве медикаментов, продуктов питания и нанокompозитов.

### Список литературы

1. Савинов В.В. Модель «мнимой частицы» как метод описания седиментации в высокодисперсных глинистых водных суспензиях / В.В. Савинов [и др.] // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. – 2020. – С. 2299-2306.

2. Муртазина Э.М. Основные вехи в развитии нанотехнологии (обзор зарубежных публикаций) / Э.М. Муртазина, О.И. Лефтерова // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – №10.

3. Горонович С.Н. Сырьевая база глинистых материалов Оренбургской области / С.Н. Горонович, Д.А. Галян. // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2007. – № 6. – С. 83-88.

# ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

## ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Т.А. Путилова

Челябинский институт путей сообщения – филиал  
Уральского государственного университета путей сообщения,  
г. Челябинск

*Аннотация.* В статье представлена лабораторная работа, связанная с экспериментальным определением сил, действующих на тело. В методических материалах к лабораторной работе использованы цифровые аналоги имеющихся приборов и оборудования.

В настоящее время цифровые технологии получили широкое распространение в сфере образования [1-3].

В статье приведены результаты исследований, связанных с организацией практической подготовки обучающихся.

Практическая подготовка студентов высших учебных заведений представлена в учебных планах в следующих формах:

- часть учебной дисциплины (лабораторные занятия, практические занятия и т.д.);
- практика (научно-исследовательская, проектная, профессиональная).

В первом случае в рабочих программах дисциплин предусматривается организация практической подготовки в форме проведения соответствующих занятий и приводятся сведения об имеющейся материальной базе.

Использование цифровых технологий позволяет задействовать в процессе практической подготовки цифровые аналоги имеющегося оборудования.

В качестве примера далее приводится описание лабораторной работы, связанной с экспериментальным определением сил, действующих на движущееся тело. Данная лабораторная работа предлагается для использования в практической подготовке обучающихся по дисциплинам естественнонаучного и общепрофессионального циклов.

Целью лабораторной работы является изучение сил, действующих на тело, которое движется в вязкой среде. В качестве вязкой среды рассматриваются глицерин и касторовое масло. На свинцовый шарик, погруженный в такую среду, действуют три силы:

- сила Стокса ( $F_C$ );
- сила тяжести ( $F_m$ );
- сила Архимеда ( $F_A$ ).

Для расчета сил используются известные выражения (таблица). При выполнении лабораторной работы задействуются цифровые аналоги приборов и оборудования: установки для определения вязкости жидкости, штангенциркуль и т.д.

Данные, представленные в методических материалах к лабораторной работе, позволяют рассчитать: скорость движения тела, вязкость глицерина и касторового масла, перечисленные выше силы. Поскольку движение шарика происходит с малой скоростью, силами инерции пренебрегают.

Шарик, опущенный в жидкость, приобретает ускорение под действием силы тяжести. По мере увеличения скорости возрастает и сила сопротивления. При некоторой скорости движения шарика силы, действующие на него, уравновешиваются, и с этого момента движение шарика становится равномерным.

Таблица 1

Силы, действующие на тело, движущиеся в вязкой среде

№	Наименование	Расчетная формула	Условные обозначения
1	Сила Стокса	$F_C = -6\pi\eta r v$	$\eta$ – коэффициент вязкости жидкости; $r$ – радиус шарика; $v$ – скорость шарика
2	Сила Архимеда	$F_A = \rho V g$	$\rho$ – плотность жидкости (глицерина, касторового масла) $V$ – объем шарика; $g$ – ускорение свободного падения
3	Сила тяжести	$F_m = m g$	$m$ – масса шарика

Указанное обстоятельство позволяет проверить правильность выполненных расчетов с помощью выражений, которые получены на основании второго закона Ньютона:

$$F_m = F_C + F_A, F_C = F_m - F_A.$$

В качестве контрольных заданий предусмотрено: определение скорости и ускорения шарика в начальный момент движения; запись уравнения движения; построение графиков движения, скорости и ускорения. Контрольные вопросы связаны с природой сил, действующих на тело, которое движется в вязкой среде.

Представленная лабораторная работа может использоваться при дистанционном обучении, поскольку оформлена в электронном виде как презентация со встроенными видеофрагментами и фотоматериалами, поясняющими порядок выполнения и позволяющими сделать необходимые замеры. Для оценки погрешности определения вязкости среды приведены справочные данные.

Использование данной лабораторной работы в практической подготовке обучающихся будет способствовать усвоению теоретического материала и формированию соответствующих компетенций.

### Список литературы

1. Путилова Т.А. Совершенствование активных методов обучения / Т.А. Путилова, Е.М. Басарыгина // *Материалы II Международной научно-практической конференции с использованием дистанционных технологий.* – Ярославль, 2023. – С. 60-62.

2. Басарыгина Е.М. Дистанционные технологии в практической подготовке обучающихся / Е.М. Басарыгина, Н.А. Пахомова, Т.А. Путилова // *Материалы XXXI научно-практической конференции.* – Тула, 2022. – С. 176-178.

3. Басарыгина Е.М. Практическая подготовка студентов бакалавриата с применением электронной информационно-образовательной среды /

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДАТЧИКОВ АДК ПИЛОН**

В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, К.И. Евгеньев<sup>1</sup>, Г.Д. Коверин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> ШОР «Атлетика», г. Казань

*Аннотация.* В статье рассматриваются вопросы определения метрологических характеристик каналов давления и температуры системы ПИЛОН для контроля авиационных ГТД.

Система АДК «ПИЛОН» включается в режиме «настройка». Для каждого значения давления производится серия из десяти измерений, после чего результаты каждой серии измерений обрабатываются [1].

Определение метрологических характеристик осуществляется после тарировки каналов измерения и определения коэффициентов аппроксимации полиномиальной зависимости  $U_{\text{вых}}$  от  $U_{\text{вх}}$ .

Для определения каналов измерения используется баллон сжатого воздуха с установленным на нем редуктором и присоединенным к нему манометром и штуцером, которые подсоединяются к приемнику давления. Подача сжатого воздуха осуществляется с помощью клапана, установленного на редукторе. Измерение подаваемого давления осуществляется с помощью манометра. На вход приемника давления подается последовательно давление от 0,2 атм до 2 атм через 0,2 деления в прямом и обратном направлении.

*Определение погрешности тракта температуры.* АДК «ПИЛОН» с размещенными на нем датчиками помещается в шкаф со стабилизацией температуры. Регулятором температуры поочередно устанавливаются заданные уровни температуры. Заданный уровень температуры выдерживается в течение 10 минут, после чего производится следующая серия измерений.

Определение метрологических характеристик производится в режиме настройки АДК «ПИЛОН». Значение температуры на приемнике задаются только до 90°C. Это объясняется тем, что в рабочем режиме пилон жгуты проводов, которые соединяют датчики с измеряемым устройством, располагаются вне потока и поэтому не подвержены действию высоких температур. Эта температура достаточна для определения метрологических характеристик измеряемого тракта, так как характеристика термопары ХК является линейной и представлена в паспорте на каждую термопару [2].

### **Список литературы**

1. Виноградов В.Ю. Исследование технического состояния авиационных ГТД и энергетических установок в целях составления картограмм

газодинамических параметров для диагностики / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 12. – С. 45-50.

2. Виноградов В.Ю. Контроль технического состояния авиационных ГТД по акустическим параметрам, измеренным на срезе сопла двигателя / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 3. – С. 53-57.

## МОБИЛЬНОЕ ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ ТУРБОМАШИН

В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, К.И. Евгеньев<sup>1</sup>, Г.Д. Коверин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> ШОР «Атлетика», г. Казань

*Аннотация.* В статье рассматриваются вопросы предполетной проверки турбомашин с помощью комплексной передвижной диагностической системы ПИЛОН в режиме рельного времени.

Система контроля турбомашин оповещает о своей готовности и предлагает ввести режим испытаний. После вывода двигателя на заданный режим и ввода этого режима в систему клавишей ENTER запускается МК. Работа микропроцессорного контроллера начинается с анализа регистра режима, по содержимому которого он выполняет предписанные программой действия.

В режиме измерения акустических полей движение пилон совершается по центральному кругу. Подпрограмма WI-CRUG вычисляет значения ДОС для каждого угла положения пилон  $\alpha^0$  от 0 до 180<sup>0</sup>. Поскольку центр пилон совмещен с центром сопла, пилон совершает круговое движение внутри сопла, охватывая всю его площадь.

Подпрограмма SECTOR задает направление движения исполнительным механизмам (ИМ), перемещающим пилон, и анализирует значения ДОС. [2]. Если текущие значения не превышают вычисленных для данного угла поворота, то продолжает отработывать заданное направление. Если текущее значение ДОС превысило или стало равно вычисленному, ИМ обесточиваются, выдается признак в регистр состояния, по которому микропроцессор запускает систему RFT и анализирует признак конца анализа, который переадресовывается ЭВМ в виде прерывания и начинается обмен данными между RFT и ЭВМ. После окончания обмена выдается признак в регистр режима контроллера, и контроллер продолжает свою работу, перемещая пилон на следующие 7 градусов и так повторяется, пока не будут пройдены 180 градусов и измерены спектры во всех заданных точках. Далее ЭВМ выдает подсказку оператору о перестановке микрофона. По этой подсказке микрофон устанавливается на левый торец и дается команда ЭВМ на продолжение работы. Теперь пилон будет двигаться в обратном направлении, точно по такому же алгоритму будут измеряться акустические спектры и передаваться в ЭВМ. Измеренные спектры формируются в файл для дальнейшей обработки в ЭВМ.

## Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Исследование технического состояния авиационных ГТД и энергетических установок в целях составления картограмм газодинамических параметров для диагностики / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 12. – С. 45-50.

2. Виноградов В.Ю. Контроль технического состояния авиационных ГТД по акустическим параметрам, измеренным на срезе сопла двигателя / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 3. – С. 53-57.

## РЕАЛИЗАЦИЯ БОРТОВОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ РАБОЧИХ ЛОПАТОК ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ ТУРБОМАШИН

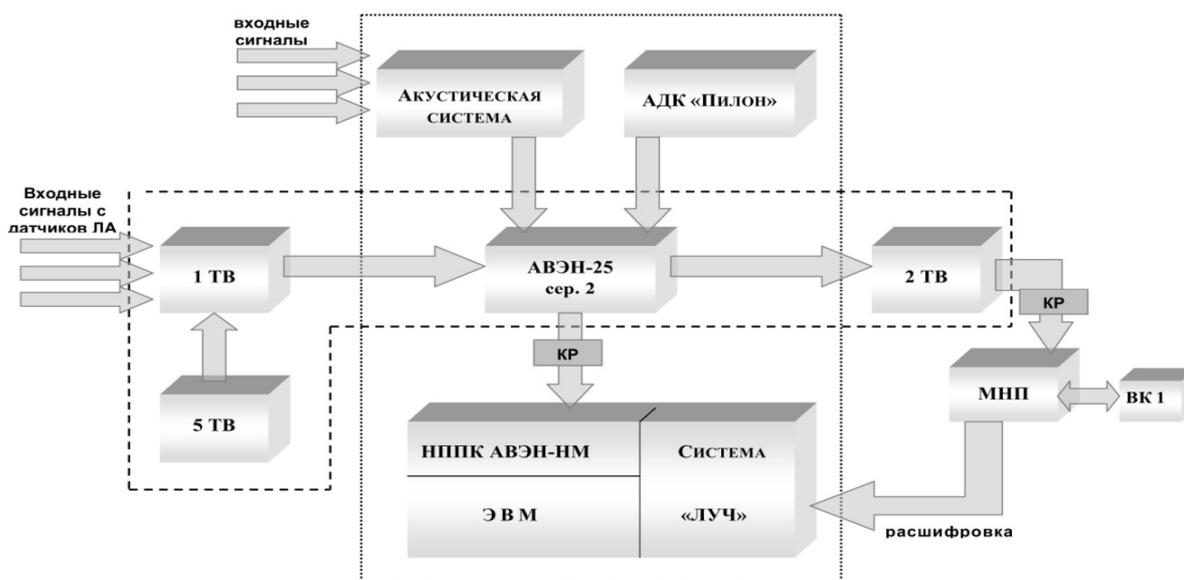
В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, К.И. Евгеньев<sup>1</sup>, Г.Д. Коверин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> ШОР «Атлетика», г. Казань

**Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы предполетной проверки лопаток турбомашин с помощью комплексной передвижной диагностической системы.

В летательном аппарате Су-27 входные сигналы от всех датчиков в аналоговой форме поступают в блок 1-ТВ после предварительного преобразования. От блока 5-ТВ, в котором записываются данные: дата, время, № вылета, № рейса и данные акустической системы АДК «ПИЛОН», данные поступают в авиационный вычислитель АВЭН-25 сер.2 в котором вычисляются контролируемые параметры. Кроме того, параметры приводятся к стандартным условиям, и в реальном масштабе времени проводится контроль узлов двигателя.



Структурная схема совместной работы бортовой и наземной систем контроля и диагностики

При наземном экспресс контроле информация после АВЭН 25сер. 2 через контрольный разъем поступает на наземный пункт контроля НППК АВЭН НМ,

где в визуальном виде можно рассмотреть: в каком месте летательного аппарата и турбомашин имеется неисправность [1,2].

При полетном контроле информация может списываться как из АВЭН 25 сер.2 так из блока 2-ТВ через переносной магнитофон с кассетой ВК-1 и преобразовываются информацией Системой «Луч». АВЭН 25 сер 2 расположен сбоку от кабины летчика, около левой стойки шасси. Лючок откручивается четырьмя болтами (располагается прибор на независимой подвеске).

### Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Исследование технического состояния авиационных ГТД и энергетических установок в целях составления картограмм газодинамических параметров для диагностики / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 12. – С. 45-50.

2. Виноградов В.Ю. Контроль технического состояния авиационных ГТД по акустическим параметрам, измеренным на срезе сопла двигателя / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 3. – С. 53-57.

## МЕТОД КОНТРОЛЯ АКУСТИЧЕСКИХ И ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В ПРОГРАММНОМ ВАРИАНТЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, К.И. Евгеньев<sup>1</sup>, Г.Д. Коверин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> ШОР «Атлетика», г. Казань

*Аннотация.* Предложенный метод контроля турбомашин предназначен для определения технического состояния турбомашин, установленных на самолетах, в условиях аэродромного базирования.

Метод основан на измерении полей акустических и газодинамических и волоконно-оптических параметров газо-воздушного потока на срезе сопла по всей его площади в период эксплуатации и сравнении измеренных значений с эталонными полями, измеренными за этим же двигателем, вышедшим с завода изготовителя или после переборки на ремонтном предприятии. Набор контролируемых характеристик турбомашин позволяет не только обнаруживать неисправное его состояние, но и определять причину неисправности, а также, осуществлять прогноз.



Схема подключения наземного комплекса к борту самолёта

Внедрение в эксплуатацию мобильного наземного комплекса АДК «ПИЛОН», позволяющего в условиях аэродромного базирования определять техническое состояние рабочих лопаток турбомашин позволило разработать интерфейсы для подключения наземного комплекса к бортовому оборудованию. Схема подключения наземного комплекса к борту самолёта представлена на рисунке.

Для связи наземного комплекса АДК «ПИЛОН» с бортовой центральной вычислительной машиной (БЦВМ) и подключения его к мультиплексному каналу информационного обмена, с которым связано все бортовое оборудование самолета, было разработано интерфейс (оконечное устройство), представляющее собой специальную микро-ЭВМ и работающую под управлением БЦВМ. Устройство способно передавать информацию, полученную в результате испытаний, в виде последовательного цифрового кода [1,2].

### Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Исследование технического состояния авиационных ГТД и энергетических установок в целях составления картограмм газодинамических параметров для диагностики / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 12. – С. 45-50.

2. Виноградов В.Ю. Контроль технического состояния авиационных ГТД по акустическим параметрам, измеренным на срезе сопла двигателя / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 3. – С. 53-57.

## ПОРТРЕТИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ В РЕАЛЬНОМ МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ИХ ИСПЫТАНИЯХ

В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, К.И. Евгеньев<sup>1</sup>, Г.Д. Коверин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> ШОР «Атлетика», г. Казань

*Аннотация.* Для более полного понимания процессов, происходящих в проточной части турбомашин были разработаны информационно-измерительные портретированные системы контроля параметров и визуализация процессов картографирования параметров физических полей на срезе сопла турбомашин при испытаниях в реальном масштабе времени.

Для этих целей разработана одно секционная и трех-секционная аэроакустические волоконно-оптические системы контроля с возможностью диагностировать рабочие лопатки проточной части турбомашин по плоскости среза сопла и их представление в виде картографического портрета результирующих параметров исследуемого устройства, с возможностью локализации дефектов на ранней стадии их развития по точкам в 1D формате; локализации по точкам и по площади в 2D формате и локализации по объему в 3D формате.

Далее был автоматизирован процесс сбора и обработки диагностической информации полученной с аэроакустической волоконно-оптической системы

контроля. Представлена возможность контролировать сопловые и рабочие лопатки проточной части турбомашин с учетом локализации данных. Позволяет визуально подтвердить годность или развивающуюся неисправность в 3D формате измерений по объему (ступени турбинных лопаток) путем контроля турбомашинной трехсекционной аэроакустической системой (расстояние между секциями определено как расстояние между ступенями турбины), соединенной с аппаратурой контроля оборотов турбомашин с учетом синхронизации.

### Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Исследование технического состояния авиационных ГТД и энергетических установок в целях составления картограмм газодинамических параметров для диагностики / В.Ю. Виноградов // *Контроль. Диагностика.* – 2011. – № 12. – С. 45-50.

2. Виноградов В.Ю. Контроль технического состояния авиационных ГТД по акустическим параметрам, измеренным на срезе сопла двигателя / В.Ю. Виноградов // *Контроль. Диагностика.* – 2013. – № 3. – С. 53-57.

## АКУСТИЧЕСКИЕ И ГАЗОДИНАМИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ РЕАЛИЗАЦИЯ В АЭРО-ОПТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЯХ

В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, М.В. Виноградова<sup>2</sup>, К.И. Евгеньев<sup>1</sup>, Г.Д. Коверин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> ШОР «Атлетика», г. Казань

*Аннотация.* Для более полного понимания процессов, происходящих в проточной части турбомашин были разработаны информационно-измерительные системы контроля параметров и визуализация процессов картографирования параметров физических полей на срезе сопла турбомашин при испытаниях.

Акустика и газодинамика вполне раскрыты для более полного их понимания в исследованиях, но существуют области в этих направлениях исследований, которые говорят об их значительном влиянии как давление в выемке может приносить флуктуации на общем фоне и выделять составляющие шума при их измерениях. Аэро-оптические технологии реализовывались через исследование влияния структуры газового потока в элементах газо-воздушного тракта турбомашин на моделях излучаемого ими шума для оценки технического состояния в заглушенной камере, формирование банка моделей, исследование, разработка и создание специализированных микропроцессорных модулей для проведения акустических исследований в заглушенной камере (акустическом боксе) и для измерения газодинамических параметров потока на срезе сопла турбомашин в стендовых условиях; разработка и испытание аэроакустических методов и принципов диагностики в лабораторных и стендовых условиях; исследование и разработка газодинамических методов и диагностических устройств на базе специализированных микропроцессорных модулей для испытания, контроля и диагностики авиационных двигателей по

газодинамическим параметрам потока на срезе сопла в стендовых условиях и создание акустических портретов неисправностей.

Акустический бокс предназначен для проведения оптико-акустических и газодинамических измерений с использованием волоконно-оптических технологий в помещении, для создания свободного звукового поля в помещении, при продувке моделей элементов турбомашин и позволяет повысить надежность и достоверность получаемой при измерении информации. Камера содержит корпус, внутренняя сторона которого облицована сетчатым оптическим экраном, выполнена из пористого звукопоглощающего материала. Корпус со стороны входной газовой магистрали имеет патрубок, снабженный напорным регулируемым вентилятором с регулируемой установкой углов, сообщенный с зазором между корпусом и камерой. Внутри камеры на выходе газовой магистрали, имеющей сопло, расположена оптическая сканирующая система регистрации акустических и газодинамических параметров, которая снабжена совмещенным датчиком полного, статического давления и температуры.

### Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Исследование технического состояния авиационных ГТД и энергетических установок в целях составления картограмм газодинамических параметров для диагностики / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 12. – С. 45-50.

2. Виноградов В.Ю. Контроль технического состояния авиационных ГТД по акустическим параметрам, измеренным на срезе сопла двигателя / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 3. – С. 53-57.

## АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ РАБОЧИХ ЛОПАТОК ТУРБОМАШИН

В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, К.И. Евгеньев<sup>1</sup>, Г.Д. Коверин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> ШОР «Атлетика», г. Казань

*Аннотация.* Для более полного понимания процессов, происходящих в проточной части турбомашин были разработаны информационно-измерительные системы контроля параметров и визуализация процессов картографирования параметров физических полей на срезе сопла турбомашин при испытаниях.

1. Выявление принадлежности вектора невязок (ВН) доверительному интервалу, который определен экспериментально и составляет  $\pm 1\%$  от эталонных значений уровней звукового давления в  $\frac{1}{3}$  октавной полосе частот.

При выходе невязок из доверительного интервала дается заключение о наличии неисправности в проточной части турбомашин или ГТД.

2. Для идентификации неисправности выполняются следующие операции:

- Идентификация прогара. Вычисляются диагностические признаки для каждой точки измерения:

$$a_{li} = L_i 29 - L_{np} 29$$

$$a2i = Li30 - Lnp30 \quad (7.3)$$

$$a3i = Li31 - Lnp31$$

Анализируются совокупности признаков  $a1i$ ,  $a2i$ ,  $a3i$  на знак:

При выполнении условия, что совокупность признаков больше нуля соответствует наличию таких дефектов проточной части турбомашин или ГТД как: прогар неподвижных элементов проточной части.

3. Идентификация дефекта проскальзывание межвального подшипника:

- вычисляется частота следования дискретной составляющей равная частоте следования лопаток по формуле:

$$f = K \cdot \Omega \quad (1)$$

где:

$K$  – количество лопаток;

$\Omega$  – окружная скорость.

- анализируются невязки на частоте следования и при значениях невязок меньших нижней границы доверительного интервала дается заключение о наличии эффекта проскальзывания.

3. Выявление неисправностей на холодном режиме испытаний предопределяет проведение испытаний на горячем режиме для: выявления изменений эксплуатационных характеристик и времени безопасной эксплуатации авиационного двигателя. Можно подытожить, что испытания турбомашин или ГТД на режиме холодной прокрутки по акустическим характеристикам являются наиболее предпочтительным при эксплуатации авиационной техники по техническому состоянию, и позволяют осуществлять предполетный контроль состояния ГТД не вырабатывая при этом не ресурса ГТД не топлива.

### Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Исследование технического состояния авиационных ГТД и энергетических установок в целях составления картограмм газодинамических параметров для диагностики / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 12. – С. 45-50.

2. Виноградов В.Ю. Контроль технического состояния авиационных ГТД по акустическим параметрам, измеренным на срезе сопла двигателя / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 3. – С. 53-57.

## СОВРЕМЕННОЕ ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЭРОАКУСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ И ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «ГРАД»

В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, К.И. Евгеньев<sup>1</sup>, Г.Д. Коверин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> ШОР «Атлетика», г. Казань

*Аннотация.* Для более полного понимания процессов, происходящих в проточной части турбомашин были разработаны информационно-измерительные системы контроля параметров и визуализация процессов картографирования параметров физических полей на срезе сопла турбомашин при испытаниях.

Основу комплекса составляет универсальная математическая модель ГТД. Она является поверочной, то есть, предназначена, в основном, для выполнения расчетов уже существующих или спроектированных двигателей.

Программный комплекс «ГРАД» был создан в лаборатории САПР ГТД Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева (КАИ) в период с 1962 по 1982 годы под руководством профессора А.П. Тунакова. Позднее, он неоднократно дорабатывался с заменой версий, типа компьютеров, операционных систем и алгоритмических языков. Программный комплекс разрабатывался и предназначен для выполнения большинства газодинамических расчетов в проточной части ГТД любых реальных схем и различных энергетических установок.

В программном комплексе реализованы модули, которые позволяют составить модель ГТД любой реальной схемы, включая адаптивные. Это было многократно подтверждено в процессе практической работы со многими предприятиями авиационной промышленности и различными моделями ГТД. При выполнении каждого расчета принципиальная схема ГТД задается соответствующими ей исходными данными в виде цифрового шифра, правила, составления которого описаны в инструкции по эксплуатации программного комплекса. Для облегчения конфигурирования модели ГТД был разработан «Атлас схем газотурбинных двигателей», в котором, приведены принципиальные схемы всех известных ГТД, марки двигателей, выполненных по этим схемам, и готовые шифры, предназначенные для исходных данных «ГРАДа». Кроме шифра может быть задан дополнительный набор признаков, который позволяет пропускать некоторые, в данном случае ненужные, фрагменты алгоритмов, а главное, выбирать нужный вариант фрагмента при наличии альтернатив.

### Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Исследование технического состояния авиационных ГТД и энергетических установок в целях составления картограмм газодинамических параметров для диагностики / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 12. – С. 45-50.

2. Виноградов В.Ю. Контроль технического состояния авиационных ГТД по акустическим параметрам, измеренным на срезе сопла двигателя / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 3. – С. 53-57.

## КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ РАБОЧИХ ЛОПАТОК, В УСЛОВИЯХ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ И СТРУКТУРНОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ГАЗОВОЗДУШНОГО ПОТОКА НА СРЕЗЕ СОПЛА ТУРБОМАШИН

В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, К.И. Евгеньев<sup>1</sup>, Г.Д. Коверин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> ШОР «Атлетика», г. Казань

*Аннотация.* В статье рассматривается предварительная оценка состояния турбомашин или ГТД по акустическим параметрам осуществляется по диагностическому признаку.

Контроль параметров проточной части является важным и значительным элементом общей совокупности видов неразрушающего контроля а составление алгоритмов в условиях параметрической неопределенности может внести существенный вклад в повышение безопасности эксплуатации турбомашин. Алгоритм контроля турбомашин основан на сравнении относительных параметров шума с предельными значениями параметров шума для бездефектного объекта, полученными экспериментально по диапазонам.

Для каждой точки измерения –  $i$  вычисляются диагностические признаки  $a1i$ ,  $a2i$ ,  $a3i$ :

$$d1i = L_{i\ 29} - L_{29\ пр} = L_i - 0,049;$$

$$d2i = L_{i\ 30} - L_{30\ пр} = L_i - 0,07;$$

$$d3i = L_{i\ 31} - L_{31\ пр} = L_i - 0,1$$

где:  $L_{пр}$  – предельные значения относительного параметра шума, соответствующие неповрежденному объекту.

Совокупность диагностических признаков  $d1i - d3i$ , для каждой точки измерения анализируется на знак. Положительная совокупность для любой точки указывает на наличие дефекта. Местоположение дефекта по окружности определяется координатами точки, для которой признаки  $d1i-d3i$  положительны.

Идентификация масштаба дефекта осуществляется по математической модели, которая рассчитывается для относительного параметра шума  $L_{31}$  точки, для которой совокупности признаков положительны:

$$M_d = -1,2L_{31} + 17,2 L_{31}^2, \quad (1)$$

где:  $M_d = S_d / S_{\text{Э}}$  – масштаб дефекта;

$$S_d = M_d \cdot S_{\text{Э}} \quad (S_{\text{Э}} = 425 \text{ мм}^2 \text{ площадь эталонной лопатки}).$$

Диагностический признак  $d1i$ , полученный для каждой точки измерения, анализируется на знак. Положительное значение ( $d1i > 0$ ) свидетельствует о наличии дефекта проскальзывания межвального подшипника[1,2].

### Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Исследование технического состояния авиационных ГТД и энергетических установок в целях составления картограмм газодинамических параметров для диагностики / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 12. – С. 45-50.

2. Виноградов В.Ю. Контроль технического состояния авиационных ГТД по акустическим параметрам, измеренным на срезе сопла двигателя / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 3. – С. 53-57.

## МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ТУРБОМАШИН ПО УРОВНЮ ТЕРМО-ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, К.И. Евгеньев<sup>1</sup>, Г.Д. Коверин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> ШОР «Атлетика», г. Казань

*Аннотация.* В статье рассматривается метод экспресс-диагностики технического состояния турбомашин в условиях эксплуатации заключающийся в том, что на каждый двигатель имеется накопитель, в который записаны все контрольные характеристики турбомашин и допуски.

Эффективность оценки состояния турбомашин по уровню термогазодинамических параметров определяется уровнем точности контрольно-измерительной аппаратуры, используемой для измерения этих параметров; достоверностью технических норм на допускаемые отклонения параметров турбомашин, под которой понимается адекватность взаимосвязи граничных значений технических норм на параметры с критическими значениями их, при которых происходит недопустимое изменение эксплуатационных свойств двигателя[1,2].

В практике эксплуатации турбомашин встречается ряд дефектов, проявление которых на горячих режимах способно вызвать серьезные разрушения элементов проточной части турбомашин, поэтому диагностирование на холодном режиме по акустическим характеристикам при небольших скоростях ставит своей целью выявление тех дефектов, которые не могут быть определены на горячих режимах, например: прогары на стадии зарождения или проскальзывание межвальных подшипников, которые способны привести к заклиниванию двигателя.

В последнее время получили широкое распространение методы с использованием математической модели турбомашин, но эти методы недостаточно точны, так как они обобщают индивидуальные характеристики двигателя. Метод оценки технического состояния турбомашин по уровню термогазодинамических параметров является в настоящее время одним из основных методов оценки годности двигателя в процессе серийных сдаточно-контрольных испытаний и находит широкое распространение для оценки состояния по мере выработки ресурса как в процессе длительных ресурсных испытаний, так и в эксплуатации.

Методы оценки состояния турбомашин по уровню термогазодинамических параметров основаны на сравнении последних с техническими нормами на допустимые отклонения этих параметров и на сравнении темпов изменения параметров по мере наработки ресурса, а также на оценке характера изменения параметра. Метод требует дискретного или непрерывного измерения параметров по времени. Признаком изменения состояния в данном случае является момент времени  $t$ , который соответствует началу изменения параметров отличному от типового протекания. Начало изменения состояния в данном случае определяется моментом времени  $t$  и скоростью изменения параметров (величина производной  $dP/dt$ ). Информативность такого метода оценки состояния существенно

повышается при использовании одновременно нескольких параметров взаимосвязанных между собой.

### Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Исследование технического состояния авиационных ГТД и энергетических установок в целях составления картограмм газодинамических параметров для диагностики / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 12. – С. 45-50.

2. Виноградов В.Ю. Контроль технического состояния авиационных ГТД по акустическим параметрам, измеренным на срезе сопла двигателя / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 3. – С. 53-57.

## РАСПРЕДЕЛЕННОЕ АКУСТИЧЕСКОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ВЕНТИЛЯТОРНОЙ УСТАНОВКИ В РЕАЛЬНОМ МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ

В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, К.И. Евгеньев<sup>1</sup>, Г.Д. Коверин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> ШОР «Атлетика», г. Казань

*Аннотация.* В статье рассматривается метод исследования технического состояния турбомашин с использованием волоконно-оптических технологий.

Используя распределенное акустическое зондирование – это технология, которая использует явление, заключающееся в том, что фаза обратного рассеяния света Рэлея в оптическом волокне высокочувствительна к внешним акустическим сигналам и механическим колебаниям; внешние динамические колебания могут быть количественно определены и графически выражены как функция расстояния по всему оптическому волокну через реализацию соответствующих схем запросов. Благодаря выбору оптимальных параметров производительности, современные системы акустики способны количественно определять и локализовать возмущения с разрешающей способностью вплоть до одного метра на расстоянии десятков километров. За счёт своей уникальной возможности, технология распределенного акустического зондирования широко используется во многих важных отраслях, включая обнаружение вторжений, безопасность трубопроводов, геологохимические и сейсмические исследования, мониторинг и другие соответствующие области; что, практически, даже несопоставимо с традиционными точечными датчиками. Большинство реализаций акустических технологий направлены на обнаружение сейсмических сигналов там, где волокно установлено под землёй. Существует несколько попыток использовать технологию DAS для измерения акустических сигналов в воздухе. Кроме того, положение выявленных источников обычно определяется в зависимости от расстояния в одномерном осевом пространстве вдоль чувствительного волокна, без информации о направлении и расстоянии смещения к чувствительному волокну, что более предпочтительно для современных акустических измерений. Некоторое время тому назад, Nina [1,2] и др., описали применение технологии для

реализации двумерного (2D) сопровождения движущихся целей в воздухе с использованием эффекта Доплера.

### Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Исследование технического состояния авиационных ГТД и энергетических установок в целях составления картограмм газодинамических параметров для диагностики / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 12. – С. 45-50.

2. Виноградов В.Ю. Контроль технического состояния авиационных ГТД по акустическим параметрам, измеренным на срезе сопла двигателя / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 3. – С. 53-57.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДАТЧИКОВ АДК ПИЛОН

В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, К.И. Евгеньев<sup>1</sup>, Г.Д. Коверин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> ШОР «Атлетика», г. Казань

*Аннотация.* В статье рассматриваются вопросы определения метрологических характеристик каналов давления и температуры системы ПИЛОН для контроля авиационных ГТД.

Система АДК «ПИЛОН» включается в режиме «настройка». Для каждого значения давления производится серия из десяти измерений, после чего результаты каждой серии измерений обрабатываются [1].

Определение метрологических характеристик осуществляется после тарировки каналов измерения и определения коэффициентов аппроксимации полиномиальной зависимости  $U_{\text{вых}}$  от  $U_{\text{вх}}$ .

Для определения каналов измерения используется баллон сжатого воздуха с установленным на нем редуктором и присоединенным к нему манометром и штуцером, которые подсоединяются к приемнику давления. Подача сжатого воздуха осуществляется с помощью клапана, установленного на редукторе. Измерение подаваемого давления осуществляется с помощью манометра. На вход приемника давления подается последовательно давление от 0,2 атм до 2 атм через 0,2 деления в прямом и обратном направлении.

*Определение погрешности тракта температуры.* АДК «ПИЛОН» с размещенными на нем датчиками помещается в шкаф со стабилизацией температуры. Регулятором температуры поочередно устанавливаются заданные уровни температуры. Заданный уровень температуры выдерживается в течение 10 минут, после чего производится следующая серия измерений.

Определение метрологических характеристик производится в режиме настройки АДК «ПИЛОН». Значение температуры на приемнике задаются только до 90°C. Это объясняется тем, что в рабочем режиме пилон жгуты проводов, которые соединяют датчики с измеряемым устройством, располагаются вне потока и поэтому не подвержены действию высоких температур. Эта температура

достаточна для определения метрологических характеристик измеряемого тракта, так как характеристика термопары ХК является линейной и представлена в паспорте на каждую термопару [2].

### Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Исследование технического состояния авиационных ГТД и энергетических установок в целях составления картограмм газодинамических параметров для диагностики / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 12. – С. 45-50.

2. Виноградов В.Ю. Контроль технического состояния авиационных ГТД по акустическим параметрам, измеренным на срезе сопла двигателя / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 3. – С. 53-57.

## РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОХРАНЕ ТРУДА И ЗАЩИТЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ЦЕХЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ

В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, К.И. Евгеньев<sup>1</sup>,  
Г.Д. Коверин<sup>1</sup>, Д.Н. Гадельшина<sup>3</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> ШОР «Атлетика», г. Казань

<sup>3</sup> КНИТУ (КХТИ), г. Казань

*Аннотация.* В статье рассматриваются вопросы организации производства на предприятиях охватывает значительный комплекс задач организационного, технического и экономического характера.

Одну из основных отраслей народного хозяйства, несомненно, занимает промышленность. Потенциал промышленности определяют более мелкие и средние предприятия. В любой промышленности не малую роль играет организация производства [1].

Механический цех предназначен для выполнения станочных ремонтных работ, механической обработки деталей, подлежащих изготовлению и обработке после наплавочных, гальванических и других видов работ. В связи с этим механический цех в своём составе имеет участок восстановления деталей с оборудованием необходимым для этих целей; участок по изготовлению деталей и запасных частей; участок общих ремонтных работ; слесарный участок; склад металла и заготовок; кладовую вспомогательных материалов; инструментальную кладовую; заготовительное отделение; участок ОТК; кладовую готовых деталей. В ремонтных мастерских эти отделения могут быть объединены.

В механических цехах осуществляется, как правило, лишь обработка металлов резанием, различие продукции и масштабов ее производства обуславливает необходимость применения разнообразного металлорежущего оборудования. Это создает дополнительные трудности при планировании и организации производства в механических цехах и обязывает уделять особое внимание вопросам организации эксплуатации и ремонта оборудования.

Цель моей работы – организовать различные мероприятия по обеспечению защиты окружающей среды, а также рабочих от вредных и опасных производственных факторов.

Так как производственный шум отрицательно влияет на организм человека, я сделаю расчет на шумовые воздействия. От шума я поставлю звукоизоляционные кожухи. [2].

### Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Исследование технического состояния авиационных ГТД и энергетических установок в целях составления картограмм газодинамических параметров для диагностики / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 12. – С. 45-50.

2. Виноградов В.Ю. Контроль технического состояния авиационных ГТД по акустическим параметрам, измеренным на срезе сопла двигателя / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 3. – С. 53-57.

## АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ТРУДА И РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В БУЛОЧНОМ ЦЕХУ АЛЬМЕТЬЕВСКОГО ХЛЕБОЗАВОДА

В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, К.И. Евгеньев<sup>1</sup>,  
Г.Д. Коверин<sup>1</sup>, Д.Н. Гадельшина<sup>3</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> ШОР «Атлетика», г. Казань

<sup>3</sup> КНИТУ (КХТИ), г. Казань

*Аннотация.* В статье рассматриваются вопросы организации производства на предприятиях охватывает значительный комплекс задач организационного, технического и экономического характера.

Повышенное внимание к проблеме БЖД во всех средах обитания объясняется целым рядом факторов. Одним из основных направлений обеспечения безопасности человека, помимо экологических аспектов и резкого роста вероятности несчастных случаев в быту, остается профилактика производственного травматизма.

Ежегодно на предприятиях и в организациях проводятся десятки проверок. Только в минувшем году было выявлено более 50 тысяч нарушений, 95 % из которых устранили. На предприятиях, где действует профсоюзная организация, количество тяжелых и смертельных случаев снижено почти на 30%, а расследования всех инцидентов ведется под ее строгим контролем.

Несмотря на значительные успехи, остается много проблем и нерешенных вопросов. Статистика неутешительна: четвертый год подряд наша республика на первом месте по уровню производственного травматизма со смертельным исходом среди регионов Поволжья. Ежегодно в республике расследуется около 1000 несчастных случаев на производстве, из которых около 10 % – со смертельным исходом, а это означает, что каждые четыре дня на производстве погибает один человек.

Охрана труда – ключевой вопрос в экономики любого государства и от того, как к нему подходить, зависят жизни людей. За 7 месяцев этого года в республике погибли 54 человека, 106 получили травмы. В 2012 году у 150 работников были признаны профзаболевания. По статистике профзаболевания вызывают физические факторы, перегрузки, промышленные аэрозоли. Среди заболеваний лидируют нейросенсорная тугоухость и заболевания органов дыхания. [2].

### Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Исследование технического состояния авиационных ГТД и энергетических установок в целях составления картограмм газодинамических параметров для диагностики / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 12. – С. 45-50.

2. Виноградов В.Ю. Контроль технического состояния авиационных ГТД по акустическим параметрам, измеренным на срезе сопла двигателя / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 3. – С. 53-57.

## РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОХРАНЕ ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ГАЛЬВАНИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, К.И. Евгеньев<sup>1</sup>,  
Г.Д. Коверин<sup>1</sup>, Д.Н. Гадельшина<sup>3</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> ШОР «Атлетика», г. Казань

<sup>3</sup> КНИТУ (КХТИ), г. Казань

*Аннотация.* В статье рассмотрены общие сведения об организации гальванического производства, основные покрытия и их общие характеристики, анализ вредных производственных факторов, вызываемых процессов кадмирования.

Кроме этого, основное внимание автора посвящено рассмотрению характеристики и очистки сточных вод гальванических цехов, выбор и обоснование метода очистки отработавших электролитов, описание конструкции катионного фильтра, расчет катионитового фильтра химводоочистки, обслуживание фильтров.

Проблема безопасности и охраны труда возникла вместе с формированием разума и становлением человека разумного. Человек появился в процессе эволюционного развития природы и является ее частью. В ходе формирования разума человека шел процесс трансформации представления о безопасности.

В процессе жизнедеятельности человек находится в состоянии взаимодействия со средой обитания, в которой присутствуют потенциальные опасности. Под опасностью понимается возможность воздействия на человека вредных или опасных факторов. Опасный фактор – это фактор, воздействия которого приводят к травме или внезапному резкому ухудшению здоровья. Воздействие вредных факторов приводит к заболеванию или снижению работоспособности. Вредные и опасные факторы могут быть как естественные, так и антропогенные, то есть являющиеся продуктом деятельности человека.

Наличие потенциальной опасности в среде обитания, с которой постоянно взаимодействует человек, порождает вечную проблему безопасности человека в среде обитания. Приведенное положение выражается аксиомой: «всякая деятельность потенциально опасна». В условиях научно-технического прогресса, бурно развивающегося производства, роста роли человека на производстве и социальной значимости безопасных и здоровых условий деятельности человека проблема безопасности жизнедеятельности приобрела глобальную значимость. Особую остроту проблема безопасности имеет в РФ. [2].

### Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Исследование технического состояния авиационных ГТД и энергетических установок в целях составления картограмм газодинамических параметров для диагностики / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 12. – С. 45-50.

2. Виноградов В.Ю. Контроль технического состояния авиационных ГТД по акустическим параметрам, измеренным на срезе сопла двигателя / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 3. – С. 53-57.

## ВОЗДЕЙСТВИЕ АКУСТИЧЕСКОГО ПОЛЯ В МИНИ-ТЭЦ НА ПЕРСОНАЛ

В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, К.И. Евгеньев<sup>1</sup>,  
Г.Д. Коверин<sup>1</sup>, Д.Н. Гадельшина<sup>3</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> ШОР «Атлетика», г. Казань

<sup>3</sup> КНИТУ (КХТИ), г. Казань

*Аннотация.* В статье рассмотрены общие сведения о проблеме акустических факторов производственной среды (вибрация и шум), которые являются одной из острейших проблем развития современной цивилизации, приоритеты развития которой за последние десятилетия существенно изменились.

При эксплуатации мини-ТЭЦ происходит загрязнение атмосферного воздуха продуктами сгорания топлива, тепловое и акустическое загрязнение окружающей среды.

Загрязнение атмосферного воздуха

Основное внимание уделяется выбросам загрязняющих веществ в атмосферу. Отрицательное влияние загрязнения атмосферы выражается в ухудшении здоровья людей и животных, снижении урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности животных. Воздействию вредных веществ подвержены лесные угодья. Загрязнение атмосферы влияет также на коррозионные процессы строительных конструкций, ускорение износа зданий и оборудования.

При работе мини-ТЭЦ с газопоршневыми и газотурбинными двигателями на природном газе в атмосферу будут выбрасываться следующие вредные вещества: оксиды азота и оксид углерода. Для мини-ТЭЦ с дизельными

двигателями: оксиды азота, оксид углерода, углеводороды, сажа, диоксид серы, формальдегид, 3,4 бензапирен.

#### Шумовое воздействие

Двигатель является сложным источником акустического излучения, мощность которого определяется потоками звуковой энергии от нескольких различных источников. Источниками шума являются узлы и агрегаты двигателя, а также газодинамические процессы, происходящие в системах и топливной аппаратуре. По укрупненной классификации источники шума, производимого двигателем внутреннего сгорания, складываются из:

- 1) акустического излучения аэродинамического происхождения;
- 2) шума, вызываемого механическими колебаниями наружных поверхностей двигателя. [2].

#### Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Исследование технического состояния авиационных ГТД и энергетических установок в целях составления картограмм газодинамических параметров для диагностики / В.Ю. Виноградов // *Контроль. Диагностика.* – 2011. – № 12. – С. 45-50.

2. Виноградов В.Ю. Контроль технического состояния авиационных ГТД по акустическим параметрам, измеренным на срезе сопла двигателя / В.Ю. Виноградов // *Контроль. Диагностика.* – 2013. – № 3. – С. 53-57.

### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ БЕЗОПАСНЫЕ СПОСОБЫ СЖИГАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОТХОДОВ В ПУЛЬСИРУЮЩЕМ ПОТОКЕ

В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, К.И. Евгеньев<sup>1</sup>,  
Г.Д. Коверин<sup>1</sup>, Д.Н. Гадельшина<sup>3</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> ШОР «Атлетика», г. Казань

<sup>3</sup> КНИТУ (КХТИ), г. Казань

*Аннотация.* В статье рассмотрены общие сведения о проблеме акустических факторов производственной среды (вибрация и шум) которые являются одной из острейших проблем развития современной цивилизации, приоритеты развития которой за последние десятилетия существенно изменились.

Технический результат, получаемый при использовании данного изобретения, заключается в интенсификации процесса горения за счет поддержания оптимальных аэроакустических характеристик при сжигании различных видов твердого топлива, промышленных и хозяйственных отходов, а также улучшение экологических характеристик устройства.

Данная работа относится к области энергетики, в частности к топкам шахтного типа для слоевого сжигания углеводородных твердых топлив, и может быть использовано в газификационных камерах для химической переработки хозяйственных отходов. Известны способы сжигания топлива и устройства их

реализующие, в которых интенсификация процесса горения достигается за счет наложения акустических колебаний на поток воздуха, движущийся с постоянной скоростью через топку. Недостатком известного способа и устройства является низкая интенсивность горения различных видов твердого топлива, хозяйственных отходов и невозможность регулирования и поддержания интенсивного процесса горения различных их видов.

Предлагаемое может быть использовано в газификационных камерах для химической переработки хозяйственных отходов. Устройство для сжигания содержит шахту, колосниковые решетки, тяговую трубу. По варианту 1 шахта в нижнем входном сечении и в верхнем выходном сечении снабжена регулируемыми створками с исполнительными механизмами. Тяговая труба снабжена на входе и на выходе участками с регулируемыми проходными сечениями за счет створок. Участки выполнены в виде осесимметричных патрубков, установленных внутри тяговой трубы с кольцевым зазором и с возможностью перемещения посредством исполнительных механизмов. На тяговой трубе и на перемещаемых участках выполнены ряды отверстий. На входе шахты установлен вентилятор, лопасти которого выполнены поворотными с возможностью установки во флюгерное положение. Дополнительно установлены турбулизаторы. На входе и на выходе шахты и на входе, и на выходе тяговой трубы установлены датчики скорости и температуры, сообщенные с исполнительными механизмами и с блоком управления. Изобретение позволяет интенсифицировать процесс горения, а также улучшить экологические характеристики устройства. [2].

### Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Исследование технического состояния авиационных ГТД и энергетических установок в целях составления картограмм газодинамических параметров для диагностики / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 12. – С. 45-50.

2. Виноградов В.Ю. Контроль технического состояния авиационных ГТД по акустическим параметрам, измеренным на срезе сопла двигателя / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 3. – С. 53-57.

## УСТРОЙСТВА СЖИГАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ НЕФТЯНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОТХОДОВ В ПУЛЬСИРУЮЩЕМ ПОТОКЕ

В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, К.И. Евгеньев<sup>1</sup>,  
Г.Д. Коверин<sup>1</sup>, Д.Н. Гадельшина<sup>3</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> ШОР «Атлетика», г. Казань

<sup>3</sup> КНИТУ (КХТИ), г. Казань

*Аннотация.* В статье рассмотрены общие сведения о проблеме акустических факторов производственной среды (вибрация и шум), которые являются одной из острейших проблем развития современной цивилизации, приоритеты развития которой за последние десятилетия существенно изменились.

Устройство для сжигания включает вертикальную шахту, колосниковые решетки, тяговую трубу, при этом вертикальная шахта в нижнем входном сечении и в верхнем выходном сечении снабжена регулируемыми створками, тяговая труба снабжена в нижней части на входе и в верхней части на выходе участками с регулируемыми проходными сечениями, например регулируемыми створками. Участки с регулируемыми проходными сечениями на входе и выходе тяговой трубы выполнены в виде осесимметричных патрубков, установленных внутри тяговой трубы с кольцевым зазором и с возможностью вертикального перемещения, при этом на стенках патрубков выполнены отверстия. В нижней и в верхней частях тяговой трубы выполнены системы отверстий. На входе вертикальной шахты установлен вентилятор, лопасти которого выполнены поворотными с возможностью установки во флюгерное положение. На входе в вертикальную шахту, на входе и выходе тяговой трубы дополнительно установлены турбулизаторы. Регулируемые створки вертикальной шахты и тяговой трубы снабжены исполнительными механизмами, например гидро- или пневмоцилиндрами, сообщенными с блоком управления. На входе и выходе вертикальной шахты, а также на входе и выходе тяговой трубы установлены датчики скорости и температуры, сообщенные с блоком управления.

Устройства для сжигания в пульсирующем потоке позволяют организовать процесс интенсивного сжигания любого твердого углеводородного топлива и любых по составу хозяйственных отходов за счет поддержания в зоне горения коэффициента избытка воздуха, близким к единице в широком диапазоне изменения режимных параметров, а также улучшить экологические характеристики устройства за счет повышения полноты сгорания и снижения выхода токсичных веществ в атмосферу, а также за счет направленного выброса продуктов сгорания. [2].

### Список литературы

1. *Виноградов В.Ю. Исследование технического состояния авиационных ГТД и энергетических установок в целях составления картограмм газодинамических параметров для диагностики / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 12. – С. 45-50.*

2. *Виноградов В.Ю. Контроль технического состояния авиационных ГТД по акустическим параметрам, измеренным на срезе сопла двигателя / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 3. – С. 53-57.*

# ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ (ВОД) ДЛЯ КОНТРОЛЯ ИСКУССТВЕННЫХ СРЕД

В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, К.И. Евгеньев<sup>1</sup>,  
Г.Д. Коверин<sup>1</sup>, Д.Н. Гадельшина<sup>3</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> ШОР «Атлетика», г. Казань

<sup>3</sup> КНИТУ (КХТИ), г. Казань

*Аннотация.* В статье рассмотрены параметры элементов волоконной оптики и, в частности, волокон с малыми оптическими потерями для волоконно-оптических линий (ВОЛС) что позволило расширить возможности их применения в технике измерения неэлектрических величин.

При использовании коротких катушечных датчиков получается антенна с управляемой характеристикой направленности.

Разработанные в последнее время (АОП) акустооптические преобразователи представляют собой новый класс акустических приемников. Достоинство – это совместимость с волоконно-оптическими системами сбора, передачи и обработки акустической информации.

Квазимонохроматическую световую волну достаточно описать тремя параметрами: фазой, интенсивностью и состоянием поляризации. Применяемые в нашем случае АОП это амплитудные в которых регистрируется амплитуда под действием акустического давления.

Наиболее важной характеристикой является чувствительность, равная величине напряжения на выходе фотоприемника АОП при воздействии единичного давления (выражается в дБ относительно 1 В/мкПа) и минимальное регистрируемое (пороговое) давление, при котором напряжение выходного сигнала равно среднеквадратичному напряжению внутренних шумов АОП в полосе частот 1Гц. В связи с развитием фазовых методов регистрации звука были взяты с целью использования их для создания системы для контроля акустических шумов (в качестве датчиков давления). Фотоприемник регистрирует сигнал, возникающий в результате интерференции световых пучков. Величина сдвига фаз, индуцированного акустическим давлением, определяется изменением трех параметров световода: 1) диаметра световода; 2) диэлектрической проницаемости материала световода; 3) длины световода (удлинение при радиальном сжатии и укорочении – при радиальном растяжении). Величина первого параметра в общий эффект на несколько порядков уступает величинам второго и третьего параметрам.

## Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Исследование технического состояния авиационных ГТД и энергетических установок в целях составления картограмм газодинамических параметров для диагностики / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 12. – С. 45-50.

2. Виноградов В.Ю. Контроль технического состояния авиационных ГТД по акустическим параметрам, измеренным на срезе сопла двигателя / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 3. – С. 53-57.

## **ВЗРЫВОПОЖАРОБЕЗОПАСНЫЙ СПОСОБ ПОЖАРОТУШЕНИЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ И ХРАНЕНИИ НЕФТЕПРОДУКТОВ**

В.Ю. Виноградов<sup>1</sup>, Н.В. Виноградова<sup>2</sup>, К.И. Евгеньев<sup>1</sup>,  
Г.Д. Коверин<sup>1</sup>, Д.Н. Гадельшина<sup>3</sup>

<sup>1</sup> КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

<sup>2</sup> ШОР «Атлетика», г. Казань

<sup>3</sup> КНИТУ (КХТИ), г. Казань

*Аннотация.* В статье рассмотрены мероприятия по снижению пожарного риска и дать оценку их экономической эффективности. Расчетным путем определить и обосновать наиболее экономичный и взрывопожаробезопасный способ пожаротушения при подготовке и хранении нефтепродуктов.

В промышленности используется и перерабатывается большое количество горючих и взрывоопасных материалов.

Анализ крупных аварий показывает, что при взрывах больших объемов парогазовых выбросов разрушению подвергаются не только здания и сооружения самих производственных объектов, но и близлежащих жилых массивов. Создаются значительные трудности локализации аварий, а традиционные технические средства противопожарной службы по их предупреждению оказываются малоэффективными. Резервуарные парки являются одними из основных сооружений складов нефтепродуктов.

Отраслевые правила пожаровзрывоопасности производств не в полной мере отражают особенности защиты конкретных производств от пожаров и взрывов. Поэтому углубленное изучение характерных опасностей типовых технологических процессов является наиболее рациональным направлением в разработке эффективной пожаровзрывозащиты.

Наряду с проблемой снижения пожарной опасности резервуарных парков, не менее актуальна проблема защиты окружающей среды от испарения нефтепродуктов. Меры борьбы с потерей углеводородов от испарений, используемые в отечественной практике не являются совершенными, поскольку лишь уменьшают потери, но не ликвидируют их.

Решение проблемы снижения пожарной опасности резервуарных парков и защиты окружающей среды возможно при внедрении современных методов, исключающих или ограничивающих при хранении потери от испарения нефтепродуктов и образование взрывоопасных концентраций.

Обеспечение пожарной безопасности является одной из важнейших функций государства. Основным направлением в данной работе является разработка мероприятий по пожарной безопасности.

При определении расходов на обеспечение пожарной безопасности необходимо выдерживать ту, «золотую середину», когда затраты на обеспечение

пожарной безопасности, гарантируют возврат дополнительных расходов благодаря уменьшению потерь от пожаров.

### Список литературы

1. Виноградов В.Ю. Исследование технического состояния авиационных ГТД и энергетических установок в целях составления картограмм газодинамических параметров для диагностики / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 12. – С. 45-50.

2. Виноградов В.Ю. Контроль технического состояния авиационных ГТД по акустическим параметрам, измеренным на срезе сопла двигателя / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 3. – С. 53-57.

## ИНТЕРАКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ, КАК ОСНОВА В ФОРМИРОВАНИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ УМЕНИЙ ПРИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

Е.И. Кульментьева

Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
г. Казань

*Аннотация.* Предлагается комплексный подход в организации самостоятельной работы студентов, с использованием интерактивных методов обучения на цифровых платформах.

Самостоятельная работа обучающихся это не просто форма образовательного процесса, а фундамент для формирования профессиональной самостоятельности, способствует более эффективному овладению учебным материалом, стимулирует познавательные и профессиональные интересы.

Формирование исследовательских умений студентов в процессе самостоятельной работы эффективно при заинтересованности и подготовленности преподавателей, наличии личностно-мотивационной готовности студентов к осуществлению исследовательской деятельности, создании предметно-пространственной среды университета, стимулирующей формирование исследовательских умений студентов.

Данная проблема может быть успешно решена преподавателем вуза при комплексном подходе к организации процесса формирования исследовательских умений и навыков у студентов.

Комплексный подход к формированию исследовательских умений и навыков предполагает организацию работы уже на первом курсе. Специально разработанные теоретические дополнения к основному лекционному материалу дисциплин, изучающихся на первом курсе, органически сочетающиеся со спецификой дисциплин, знакомят студентов с такими понятиями, как исследование, исследовательские знания, умения, навыки, анализ, синтез, этапы исследовательской деятельности и др.

Самостоятельная работа студента приобретает особую актуальность при изучении специальных дисциплин, поскольку стимулирует студентов к работе с

необходимой литературой, вырабатывает навыки принятия решений. С этой точки зрения, перспективным представляется разработка одного большого задания коллективом из нескольких студентов, поскольку такой подход прививает навыки коллективного творчества. Такой вид занятий подразумевает распределение ролей и оценку трудоёмкости отдельных работ. Что требует от преподавателя педагогических знаний в области деловых игр. Имитируемый в форме деловой игры реальный процесс (производственный, социальный, культурный), увлекает студентов и становится для них своеобразным проектированием деятельности. Они легче приобретают знания, лучше понимают те процессы, в которых участвуют [1].

Огромную помощь в подобной организации самостоятельной работе студента могут оказать информационные компьютерные технологии и другие программные продукты, позволяющие существенным образом влиять на процесс проектирования, позволяющие имитировать модели реальных процессов с учётом вероятностного характера окружающей реальности [2]. Несомненно, то, что использование в учебном процессе компьютерных технологий требует от преподавателя высокой подготовки в области современных информационных технологий.

В практике вузовского преподавания стали применяться интерактивные методы обучения. Интерактивные – это активные и интенсивные методы обучения, располагают значительными возможностями в плане развития познавательной активности студентов. Активные методы обучения – это такие методы, при которых деятельность обучаемого носит продуктивный, творческий, поисковый характер. К активным методам обучения относятся познавательные (дидактические) игры, анализ конкретных ситуаций, решение проблемных задач, обучение по алгоритму, мозговая атака, и др. Интенсивные методы используются для организации обучения в короткие сроки с длительными одноразовыми сеансами («метод погружения»). Интерактивный – означает способность взаимодействовать или находится в режиме беседы, диалога с кем-либо (человеком) или чем-либо (например, компьютером).

Методы этой группы используют компьютерные сети и современные коммуникации для проведения консультаций, конференций, переписки и обеспечения обучаемых учебной и другой информацией из электронных библиотек, баз данных и систем электронного администрирования. Важным достоинством кейс-методов является возможность более оперативного руководства обучаемым, его воспитания в процессе общения с преподавателем и группой, что является неоспоримым преимуществом традиционных форм очного обучения.

Указанные методы организации самостоятельной работы студентов широко применяются в так называемых кейс-технологиях.

Кейс-технология состоит в том, что в начале обучения, составляется индивидуальный план, каждый обучающийся получает так называемый кейс, содержащий пакет учебной литературы, мультимедийный видеокурс, виртуальную лабораторию и обучающих программ, а также электронную рабочую тетрадь. Электронная тетрадь представляет собой своеобразный путеводитель по курсу и содержит рекомендации по изучению учебного материала, контрольные

вопросы для самопроверки, тесты, творческие и практические задания. Изучая материал курса, обучающийся может запрашивать помощь по чату, отправлять результаты выполнения практических заданий, лабораторных работ.

Образовательные комплексные кейс-технологии, можно полностью реализовать с помощью цифровых платформ LMS (learning management system) – это система управления обучением, которая позволяет обучающимся получать доступ к учебным материалам и обучаться дистанционно. В РФ такие платформы называют СДО – системы дистанционного обучения.

### Список литературы

1. Фаустова Э.Н. *Студент нового времени: социокультурный профиль* / Э.Н. Фаустова. – М., 2004. – 72 с.

2. Щербакова Е.В. *Технологические аспекты организации самостоятельной работы студентов современного педагогического вуза* / Е.В. Щербакова // *Молодой ученый*. – 2012. – №3. – С. 434-436.

## ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ИТ-ПРОФЕССИЙ (НА ПРИМЕРЕ ВЛАДИВОСТОКСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА)

С.Б. Ярусова, Н.В. Иваненко, И.П. Штабной  
Владивостокский государственный университет,  
г. Владивосток

*Аннотация.* В работе проведена предварительная оценка экологической компетентности студентов ИТ-колледжа Владивостокского государственного университета (ИТhub Владивосток). Проведено анкетирование 122 студентов 1 и 2 курсов, обучающихся по специальностям «Информационные системы и программирование» и «Реклама».

Любая профессиональная деятельность должна в той или иной степени включать экологический аспект (т.е. учитывать требования охраны окружающей среды и рационального природопользования), поэтому уже на этапе подготовки специалиста важно развивать и укреплять качества личности, способствующие осуществлению профессиональной деятельности с позиций ее экологической целесообразности [1]. Формирование экологической компетентности – необходимое условие в процессе обучения будущего молодого специалиста, приближающее его к новому образу жизни, основой которого является экологический менталитет.

Особенности обучения студентов средних образовательных учреждений (СПО) («профессионализация» обучения, и, как следствие, снижение интереса студентов к общим дисциплинам и недостаток знаний по соответствующим областям) отражаются и на отношении учащихся к окружающей среде, формировании экологической компетентности и уровне экологического образования.

В данной работе проведено анкетирование студентов ИТ-колледжа ВВГУ (ИТhub Владивосток). ИТ-колледж ВВГУ (ИТhub Владивосток) – это колледж информационных технологий, где готовят специалистов востребованных ИТ-

профессий на базе 9 и 11 классов. Обучение в колледже осуществляется по специальностям: 09.02.07 Информационные системы и программирование (квалификации Специалист по информационным системам, Разработчик веб и мультимедийных приложений, Программист); 42.02.01 Реклама (квалификация Специалист по рекламе). По данным направлениям реализуются программы среднего общего образования и основного общего образования. [2, 3].

Анкетирование проводилось среди студентов 1 и 2 курсов (90 и 32 чел., соответственно) по специальностям: Информационные системы и программирование, квалификации Программист и Разработчик веб и мультимедийных приложений; Реклама, квалификация Специалист по рекламе. Всего было опрошено 122 студента.

Результаты исследований показали некоторые различия при оценке компонентов экологической компетентности.

Относительно высокий процент респондентов, часто задумывающихся об экологических проблемах – среди студентов 2 курса (60 %). Количество студентов 1 курса – практически в два раза меньше (34 %). Идентичное распределение количества ответов на аналогичный вопрос получено при опросе учащихся колледжа Уральского государственного экономического университета: при аналогичных опросах, проводимых среди учащихся первого курса до изучения соответствующих естественнонаучных предметов, количество респондентов, выбирающих первый вариант ответа, примерно в два раза меньше, чем среди студентов второго курса [4]. Уровень собственной экологической компетентности большинство опрошенных оценивают как средний (1 курс – 40 %, 2 курс – 43 %). Уровень экологической компетентности оценивают как высокий 22 и 37 % студентов 1 и 2 курсов, соответственно. Количество студентов 1 и 2 курса, которые не смогли однозначно оценить свой уровень экологической компетентности, – 20 и 15 %, соответственно.

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости уделять большее внимание развитию экологической культуры студентов СПО, интегрировать элементы экообразования и экопросвещения в структуру изучаемых дисциплин, проводить экопросветительские мероприятия, уделять достаточное внимание и научно-исследовательской деятельности студентов, их участию в экопроектах и других мероприятиях, то есть использовать наибольшее количество существующих инструментов.

### Список литературы

1. Глазачева А.О. Экологическая компетентность как интегративный компонент личности будущего дизайнера / А.О. Глазачева // *Электронное периодическое научное издание «Вестник Международной академии наук. Русская секция»*. – 2013. – №1. – С. 65-68.
2. Колледж информационных технологий ВВГУ IThub Владивосток [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vvsu.ithub.ru/#specs>.
3. IT-колледж (IThub Владивосток) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.vvsu.ru/about/divisions/academic/dep/id/1070>
4. Гордеева И.В. Анализ эффективности экологического образования учащихся колледжа / И.В. Гордеева // *Азимут научных исследований: педагогика и психология*. – 2018. – Т. 7, № 4(25). – С. 80-84.

# ПОДГОТОВКА К ОЛИМПИАДЕ ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ В УНИВЕРСИТЕТЕ

И.Д. Емелина, Е.Д. Крайнова

Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
г. Казань

*Аннотация.* В статье рассматриваются условия для успешного выступления на олимпиаде по высшей математике, приемы для подготовки к олимпиаде на семинарах.

Современное общество нуждается в выявлении молодых специалистов, интересующихся наукой и её развитием, что требует от них знаний выше среднего уровня. Решению этой задачи, несомненно, отвечает подготовка к олимпиадам по высшей математике среди вузов.

Сами математические методы, изучением которых занимаются преподаватели кафедр высшей математики, что очевидно, находят применение в различных спецкурсах, изучаемых студентами старших курсов, особенно в магистратуре.

Заинтересовать студентов решением нестандартных задач по высшей математике, пробудить в них желание знать шире базовой программы как раз и помогает подготовка к олимпиадам [2].

Чтобы обеспечить успешное выступление студентов на олимпиаде необходимо следующее:

1. Несомненная математическая одарённость, так как нередко на семинар по подготовке к олимпиаде приходят случайные студенты, но конкурс, несомненно, затем расставляет всё по своим местам. И отказывать таким случайным студентам не стоит. Вполне может быть, что в процессе обучения в них зажёгся математическая искра.

2. Воспитать в студентах умение собраться, сконцентрироваться в ограниченный промежуток времени.

3. Умение грамотно, корректно, обоснованно излагать свои мысли.

4. Естественно, успешное изучение курса высшей математики в данном вузе.

5. Психологический настрой участника олимпиады.

Интерес к изучению высшей математики должен уметь сформировать преподаватель этого курса, уметь дать почувствовать каждому студенту радость от решения математической задачи. Нельзя вызывать к доске только сильных студентов. Необходимо бороться за каждого, и это приносит свои плоды. Если студентам интересно на занятиях, то они стараются больше заниматься, больше решать, и естественно у них больше получается [1].

Решение олимпиадных задач, работа в группах единомышленников, командный дух, чувство гордости и боли – развивает в студентах навыки дедуктивного мышления, нестандартных подходов к решению математических задач, пробуждает желание более углублённого изучения курса высшей математики.

На семинарах, посвящённых подготовке к олимпиаде, можно использовать несколько различных приёмов:

1. Каждый студент решает поставленную преподавателем задачу индивидуально, по возможности несколькими способами, а затем результаты обсуждаются в группе.

2. Студентов разбиваем на пары или тройки для поиска верного решения.

3. Решаем и обсуждаем сразу всей группой - мозговой штурм.

Все эти методы, позволяющие вовлечь студентов в творческий процесс, пробудить в них интерес к науке, привить навыки решения математических задач и создания математических моделей. Всё это несомненно пригодится им в будущей жизни и позволит стать грамотными специалистами, независимо от выбора профессионального пути.

### Список литературы

1. Алексеева Г.И. Из истории становления и развития математических олимпиад (Опыт и проблемы): Дис. ... канд. пед. наук. – Якутск, 2002. – 144 с.

2. Оленикова Ю.К. Математические олимпиады и образование. Математика и математическое образование. Теория и практика. Межвуз. сб. науч. тр. Ярославль, Изд-во ЯрГТУ, 2014. – Вып. 9. – С. 138-153.

## ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ УЧАЩИХСЯ

О.А. Морозова

ИХТИ УГНТУ в г. Стерлитамаке

*Аннотация.* В статье говорится об интеллектуальном развитии учащихся. Интеллектуальное развитие включает в себя познавательные процессы (восприятие, память и внимание, мышление), которые входят как составная часть в любую человеческую деятельность и обеспечивают ту или иную ее эффективность. Познавательные процессы позволяют человеку предварительно определять цели, планы, содержание и результаты деятельности, которую он должен выполнить, предусматривать ее ход и последствия, руководить ею.

Вопрос развития интеллектуальных способностей учащихся на сегодняшний день весьма актуален. Интеллектуальное развитие учащихся, формирование качеств мышления, характерных для математической деятельности и необходимых человеку для продуктивной жизни в современном обществе – это одна из целей образования, перечисленных в программе Министерства образования РФ для основной школы.

Для успешного обучения, для понимания и усвоения учебного материала у учащихся должны быть сформированы три составляющих мышления:

- высокий уровень элементарных мыслительных операций (анализа, синтеза, сравнения, обобщения, выделения существенного, классификация и др.);

- высокий уровень активности, раскованности мышления, проявляющийся в продуцировании большого количества различных идей, возникновении нескольких вариантов решения проблемы;

- высокий уровень организованности и целенаправленности мышления, проявляющийся в ориентации на выделение существенного в явлениях, в использовании обобщенных схем анализа явления.

Высокий уровень произвольности внимания, достаточный объем и распределение внимания, а также высокий уровень восприятия и памяти у подростка необходимы для успешной учебной деятельности.

И родители, и педагоги должны постоянно помнить о том, что интеллектуальные способности – это тот багаж, с которым подросток выйдет во взрослую жизнь, с помощью которого выберет и освоит профессию.

Самый чувствительный период для развития интеллектуальных способностей детей – это возраст от 3 до 8 лет. К концу подросткового периода (к 15 годам) завершается формирование интеллектуальных способностей человека. Если по каким – либо причинам с ребенком не проводились занятия, направленные на развитие памяти, мышления, восприятия, внимания, в дошкольном и младшем школьном возрасте, то это еще не поздно сделать в подростковом возрасте.

Педагогу, который занимается развитием интеллектуальных способностей подростков, важно помнить, что способности развиваются в деятельности и что для развития способностей нужна высокая познавательная активность подростков. Причем не всякая деятельность развивает способности, а только эмоционально приятная. Поэтому учебные занятия должны проходить в доброжелательной обстановке, обязательно взрослыми должна создаваться ситуация успеха.

### **Развитие восприятия**

Восприятие – это основной познавательный процесс чувственного отражения действительности, её предметов и явлений при их непосредственном воздействии на органы чувств. Восприятие является основой мышления и практической деятельности как взрослого человека, так и ребенка. На основе восприятия строятся отношения между людьми. Восприятие – это интеллектуальный процесс, в основе которого лежит активный поиск признаков, необходимых для формирования образа предмета.

Известно соотношение ЮНЕСКО: 15+25→65. Здесь 15 % – это коэффициент усвоения информации на слух, 25 % – это коэффициент усвоения информации при зрительной подаче. Если задействовать оба канала восприятия, то уровень усвоения будет не 40 %, а 65 %. Поэтому для лучшего восприятия новой информации (правил, алгоритмов) желательно словесное описание сопровождать наглядностью (вспомогательным схематичным образом).

### **Развитие памяти и внимания.**

Внимание – это форма организации познавательной деятельности, избирательная направленность сознания на определенный объект, внешний или внутренний. Ни одно психическое явление невозможно вне связи с вниманием, поэтому понятно значение внимания для всех психических явлений. Психологами установлена положительная корреляционная связь между свойствами внимания (устойчивость, сосредоточение и переключение, объем, распределение) и успехами в учении. Задачей любого педагога, а также и родителей, является формирование такого качества, как внимательность. Внимательность – это

устойчивость внимания, длительное сосредоточение его на нужном объекте: учебном тексте, рассказе учителя, на какой-либо мысли и т.д.

Одним из свойств личности является память. Человек, лишенный памяти, по сути дела перестает быть человеком. Память – это одно из необходимых условий для развития интеллектуальных способностей. Эльконин Д.Б., характеризуя память подростков, писал, что она становится «мыслящей». Процесс запоминания подростка сводится к мышлению, к установлению логических отношений внутри запоминаемого материала, а припоминание заключается в восстановлении материала по этим связям между понятиями и явлениями.

### **Развитие мышления**

Мышление – это творческий познавательный процесс, обобщенно и опосредованно отражающий отношения предметов и явлений, законы объективного мира. Для того чтобы успешно учиться в среднем звене, подросток должен хорошо обобщать, абстрагировать, сравнивать, рассуждать, делать выводы, доказывать. Однако далеко не все подростки легко переходят к доказательному мышлению, к более высокому уровню обобщения. Задача учителя, взрослых – помочь учащимся, вооружить их принципами и характеристиками норм осуществления познавательной деятельности.

Интеллектуальное развитие учащихся предполагает, прежде всего, развитие логического мышления. Логическое мышление, а также математические способности связаны с левым полушарием мозга. В своем развитии школа ориентирует педагогов на различные стороны развития мышления учащихся. В современных условиях важнейшей задачей школьного образования является развитие активности, самостоятельности, творческого мышления и других положительных качеств личности, и, следовательно, надо развивать не только логическое (левополушарное, вертикальное, аналитическое, критическое), но и латеральное (правополушарное, горизонтальное, образное, интуитивное) мышление. Особенности функционирования левого и правого полушарий мозга важно учитывать для повышения эффективности обучения. Успех обучения обеспечивается не обилием методов, их количественным разнообразием, а в первую очередь их противоречивым единством, качеством их взаимодополнительности, парности. Оба типа мышления, логический и латеральный, не исключают, а дополняют друг друга; они, как говорят, комплементарны.

Исследованиями отечественных физиологов установлено, что в основе всей психической деятельности находятся циклические процессы. Характерная особенность такого процесса заключается в том, что он может быть начат с любого звена цепи умозаключений и, тем не менее, привести к проявлению всех элементов и связей цикла.

### **Список литературы**

1. Зайцев В.Н. *Практическая дидактика* / В.Н. Зайцев. – М.: Народное образование, 2000.

2. Морозова О.А. *Школа – предуниверсарий – ВУЗ. Тренд современного образования* / О.А. Морозова // IX Всероссийская молодежная НПК «Проблемы и перспективы развития гуманитарных наук и образования в XXI веке». – Уфа, 2022. – С. 212-214.

3. Тихомирова Л.Ф. Развитие интеллектуальных способностей школьника: Популярное пособие для родителей и педагогов / Л.Ф. Тихомирова. – Ярославль: Академия развития, 2000.

## ФОРМЫ ЗАДАНИЯ ТЕСТОВ

А.В. Ганичева<sup>1</sup>, А.В. Ганичев<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Тверская государственная сельскохозяйственная академия,

<sup>2</sup> Тверской государственный технический университет,

г. Тверь

*Аннотация.* Статья посвящена одному из видов образовательных технологий – тестовым технологиям обучения. Рассмотрены различные формы задания тестов, их достоинства и недостатки.

В теории конструирования гомогенных педагогических тестов, т.е. тестов по одной дисциплине (в отличие от гетерогенных тестов по комплексу дисциплин), разработано множество разнообразных форм тестовых заданий. Наиболее распространенной является закрытая форма, когда обучаемым по каждой теме предлагается вопрос и указываются варианты ответов, среди которых есть правильные и неправильные (дистракторы). В тесте по математике число дистракторов не должно быть больше пяти, т.к. при большом их количестве трудно подобрать равноценные правдоподобные неправильные ответы. При этом число дистракторов не может быть меньше четырёх, т.к. при малом количестве неправильных ответов вероятность угадать правильный для слабого студента достаточно велика [1].

В процессе проведения тестирования в студенческих группах вариант теста может быть раскритикован и часть правильных ответов может стать известной студентам. В этом случае в теории конструирования педагогических тестов рекомендуется разрабатывать фасетные задания. При этом все они должны быть одинаковой трудности. Для соблюдения последнего условия в тесте по математике можно, сохранив основной вопрос во всех фасетных вариантах постоянным, предлагать к нему различные конструктивные изменения. Например, в задаче: найдите частное решение дифференциального уравнения  $xy' - y = x^2$ , удовлетворяющее заданному начальному условию  $y(x_0) = y_0$ , в фасетных вариантах менять начальное условие. При этом общее решение уравнения, которое тестируемые вынуждены найти, будет всегда одним и тем же, а частное решение меняться. Здесь в разных фасетных заданиях номера правильных ответов будут разными, а трудность решения абсолютно одинакова во всех заданиях. Например, вариант

1)  $y(1) = 0$  (ответ  $y = x^2 - x$ ), вариант 2)  $y(1) = 1$  (ответ  $y = x^2$ ), вариант 3)  $y(1) = 2$  (ответ  $y = x^2 + x$ ), вариант 4)  $y(1) = 3$  (ответ  $y = x^2 + 2x$ ), вариант 5)  $y(1) = 4$  (ответ  $y = x^2 + 3x$ ). В каждом варианте предлагаются перечисленные ответы, но номера правильных ответов будут разными.

В закрытых формах заданий по математике можно предлагать несколько правильных ответов только там, где это не вызывает трудностей у среднестатистического студента, т.к. трудно корректно сформулировать математическую задачу с несколькими равноценными правильными ответами.

Например, найдите предел  $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^2 + 2x - 3}{x^2 - 2x + 1}$ . Варианты ответов 1) 1; 2) не существует;

3) 4; 4) равен нулю; 5) равен бесконечности. В этом задании два верных ответа – второй и пятый, но при его решении даже хорошо успевающий студент выберет пятый вариант и пропустит второй.

Второй тип заданий в тесте – открытое задание или задание на дополнение. В них готовые ответы не даются – их должен получить сам студент. Открытые задания полезны тем, что они заставляют студента не угадывать ответ, а находить аналитическое решение задач. В этом случае составителю математических тестов надо позаботиться о том, чтобы верным ответ на задание был единственным.

Например, дополните:  $(2^{x^2})' = \underline{\hspace{2cm}}$ . При этом, например, вопрос о нахождении первообразной в подобного типа заданиях не целесообразен, поскольку в нем ответ может быть неоднозначным. Например, дополните:  $\int (x+1)^2 dx \underline{\hspace{2cm}}$ . Ответы могут быть внешне достаточно разными:  $\frac{(x+1)^3}{3} + c$  или  $\frac{x^3}{3} + x^2 + x + C$  и др., но каждый из них является верным. Таким образом, в нашем случае открытые задания со свободно конкурируемыми ответами нежелательны.

При разработке математических тестов полезными могут быть задания на установления соответствия, где у студентов проверяются знания на соответствие между теоретическими понятиями и реальными объектами. Например, при изучении теории обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка важно, чтобы студенты усвоили основные классы уравнений, которые можно проинтегрировать (решить в квадратурах). Поэтому в тесте на эту тему будут полезными задания: установите соответствие

вид уравнения	уравнение
1) с разделяющимися переменными	а) $xy' - y = \cos x$
2) однородное	б) $(e^x + 1)ydy = e^x dx$
3) линейное	в) $(x + y)y' = x \ln \frac{y}{x}$
4) уравнение Бернулли	г) $y' + \frac{y}{x} = xy$

Ответы: 1) б \_\_\_\_, 2) в \_\_\_\_, 3) а \_\_\_\_, 4) г \_\_\_\_.

В приведенном задании практически четыре вопроса и можно дать на них четыре правильных ответа. Поэтому при дихотомической оценке результата тестирования (когда за правильный ответ ставят 1, за неверный – 0) данное задание может быть оценено до четырех баллов.

Другие формы задания, разработанные в теории конструирования педагогических тестов, для контроля знаний по математике, на наш взгляд, не являются эффективными. К примеру, задания на установление правильной последовательности. Эта форма эффективна во многих случаях оценки знаний. В

математической задаче, как правило, имеется множество путей правильного ее решения. Например, в задании на установление правильной последовательности исследования функции:

1) найдите производную функции; 2) найдите область определения; 3) найдите точки пересечения с координатными осями; 4) найдите интервалы монотонности функции; 5) найдите асимптоты; 6) найдите критические точки первого рода; 7) найдите критические точки второго рода; 8) найдите точки экстремума; 9) найдите точки перегиба; 10) найдите интервалы выпуклости и вогнутости; 11) постройте график кривой.

Правильных путей решения задачи достаточно много и трудно перечислить все.

### Список литературы

1. Ганичева А.В. Тестовые технологии в обучении / А.В. Ганичева [и др]. – Тверь: Тверская ГСХА, 2011. – 130 с.

## ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

### ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ТЕПЛИЧНОГО ОВОЩЕВОДСТВА

Е.М. Басарыгина<sup>1</sup>, Т.А. Путилова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Южно-Уральский государственный аграрный университет,  
г. Троицк

<sup>2</sup> Челябинский институт путей сообщения  
г. Челябинск

*Аннотация.* Представлены результаты исследований, связанных с разработкой энергосберегающей технологии тепличного овощеводства. Приведена методика оценки эффективности обеззараживания питательных растворов.

Для активного роста и развития зеленных овощей, выращиваемых в гидропонных условиях, необходимо осуществлять обеззараживание питательных растворов [1; 2]. Для оценки эффективности процесса обеззараживания разработана специальная методика [2], таблица.

Данную технологическую операцию целесообразно производить с использованием способов и технических средств электротехнологии, в частности ультрафиолетового излучения, которое летально для большинства бактерий, вирусов и спор. В этом плане перспективным представляется совместное использование ультрафиолетового излучения и фильтрации, поскольку характеристики обрабатываемой среды, связанные с наличием примесей, оказывают непосредственное влияние на энергозатраты и, соответственно, на экономические показатели процесса ультрафиолетового обеззараживания [2].

## Оценка эффективности обеззараживания растворов

Обозначение коэффициента, его назначение	Расчетная формула
$K_o$ , определение эффективности обеззараживания гидропонных растворов	$K_o = K_m K_b K_k K_p \geq 1$ , где $K_m, K_b, K_k, K_p$ – коэффициенты, учитывающие эффект, получаемый при использовании мероприятий по очистке раствора, влияющие на условия минерального питания, выход биомассы, качество продукции и ее реализацию соответственно
$K_m$ учет условий минерального питания растений	$K_m = C_{mb}/C_{mp}$ , где $C_{mp}, C_{mb}$ – содержание болезнетворных микроорганизмов в питательном растворе для проектируемого и базового варианта соответственно
$K_b$ , учет выхода биомассы	$K_b = B_p/B_b \geq 1$ , где $B_p, B_b$ – выход биомассы в проектируемом и базовом вариантах соответственно
$K_k$ , оценка экологической чистоты и биологической полноценности продукции	$K_k = K_{пэ1} K_{пэ2} \geq 1$ , где $K_{пэ1}, K_{пэ2}$ – производственно--экологические коэффициенты первого и второго рода соответственно
$K_p$ , учет сохранности и качества продукции	$K_p = K_c K_n$ , где $K_c, K_n$ – коэффициент сохранения качества продукции и коэффициент использования биопрепаратов соответственно
$K_{ээ}$ , определение энергетической эффективности	$K_{ээ} = E/E_0 = (I_k f_{cp})/E_0$ , где $E$ – энергосодержание продукции, кДж/м <sup>2</sup> ; $I_k$ – урожайность, кг/м <sup>2</sup> ; $f_{cp}$ – коэффициент энергосодержания в единице продукции, кДж/кг; $E_0$ – затраты энергии на возделывание и уборку сельскохозяйственной культуры, кДж/м <sup>2</sup>

Как правило, при фильтровании жидких сред рекомендуется очищение от механических примесей. Отличительной особенностью гидропонных растворов является содержание в них микро- и наноразмерных патогенов, устойчивость которых к воздействию ультрафиолетового излучения постепенно повышается. При этом для инактивации микроразмерных патогенов требуются повышенные дозы облучения. В связи с этим предлагается в процессе предварительной фильтрации удалять из питательных растворов не только механические примеси, но и микроразмерные патогены [3].

Экспериментальные исследования по апробации предложенного технического решения осуществлялись в ООО «Росинка», г. Челябинск. Для достижения наибольшего отклика растений на обеззараживание питательного

раствора необходимо обеспечить дозу облучения 16 мДж/см<sup>2</sup>, расход 0,019 дм<sup>3</sup>/с, температуру 20 °С для питательного раствора с коэффициентом пропускания 0,74, показателем поглощения 0,32, экстинкцией 0,14. В этом случае отмечалось превышение контрольного уровня по выходу биомассы салата на 10...15 % при сохранении биологической полноценности и экологической чистоты получаемой продукции [1].

Предварительная фильтрация позволяет снизить энергозатраты на процесс ультрафиолетового обеззараживания гидропонных растворов за счет уменьшения требуемого бактерицидного потока и необходимой дозы облучения в 1,6...1,8 раза.

### Список литературы

1. Басарыгина Е.М. Оценка эффективности очистки гидропонных растворов / Е.М. Басарыгина [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2009. – № 11. – С. 11-13.

2. Путилова Т.А. Оптические свойства гидропонных растворов в бактерицидном спектре ультрафиолетового излучения / Т.А. Путилова // Материалы XLX междунар. науч.-техн. конф. «Достижения науки и техники - агропромышленному производству». – Челябинск: ЧГАА, 2011. – Ч. VI. – С. 14-18.

3. Патент РФ №88507. Гидропонная установка // Четыркин, Басарыгина Е.М., Горяинова Т.Н. и др. БИ №32, 2009.

## РАЦИОНАЛЬНЫЙ СПОСОБ ЭКСПЛУАТАЦИИ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК В МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ДОБЫЧЕ НЕФТИ

Е.И. Кульментьева

Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
г. Казань

*Аннотация.* Анализ работы насосных установок показал, что среди многообразия способов снижения затрат на добычу нефти следует использовать комплексную компоновку скважинного оборудования. Среди которых имеются следующие номиналы – газосепаратор для снижения газосодержания в напорной линии, струйный насос для создания эффекта газлифта, а также мультифазный насос на устье для снижения напора скважинного агрегата. С помощью методики Грона-Оркишского расчета распределения давления по стволу скважины, в работе определены оптимальные глубины спуска электроцентробежного и штангового насосных установок при различных модификациях оборудования. Приведены результаты расчетов потребляемой мощности от глубины для горизонта Д<sub>1</sub> Бавлинского месторождения. Показан выигрыш в снижении потребляемой мощности за счет газлифта при работе струйного насоса и за счет использования на устье мультифазного насоса - как агрегата для восполнения напора трубопроводного транспорта нефти до узла ее подготовки.

При выборе технологий разработки продуктивных пластов, необходимо согласование режимов работы всех элементов добывающей системы: пласта, скважины, добывающего оборудования, подъемника, системы сбора и подготовки продукции.

Существующие методики выбора способа эксплуатации обычно включают в себя два этапа: 1. Оценка эффективности существующих способов эксплуатации

при рассматриваемых геолого-технологических условиях для предварительного ранжирования способов эксплуатации с использованием экспертных оценок [1]; 2. Подбор по известным методикам вариантов компоновки оборудования для каждого из возможных способов эксплуатации с расчетом в каждом варианте компоновки комплексного экономического критерия эффективности [2].

Для расчета глубины спуска электроцентробежного (УЭЦН), или штангового (СШНУ) насосных установок необходимо знать распределение параметров газожидкостной смеси (ГЖС) при ее движении вдоль подъемника (колонны и НКТ). Это давление, температура, газо и водосодержание, расход ГЖС. Определение динамики движения газожидкостной смеси (ГЖС) основана на методе Грона-Оркишевского [3], согласно которому определение распределения параметров ГЖС по стволу скважины, динамики движения и энергозатрат производится исходя из: оценки типа структуры потока; расчёта плотности газожидкостной смеси; расчёта градиента потерь на трение; определение энергозатрат на подъем.

В данной работе эти расчеты используются для дальнейшей оптимизации работы насосных установок УЭЦН и СШНУ в части подбора глубины их спуска при минимизации энергозатрат. При этом модификация оборудования включает в себя газосепаратор (ГС), струйный (СН) и мультифазный (Мф.н) насосы, использование которых хорошо зарекомендовало себя в установке «Тандем» при эксплуатации скважин нефтяных месторождений с трудноизвлекаемыми запасами [4].

Динамика движения ГЖС по стволу скважины и распределение газосодержания определяет глубину спуска насоса [5]. С одной стороны, чем ближе насос к устью скважины, тем меньше гидростатическое давление. Однако при этом также уменьшается давление на приеме насоса, а напор УЭЦН может практически не изменяться. Кроме того, ближе к устью увеличивается газосодержание и вследствие падения напора увеличивается потребляемая мощность. При увеличении глубины  $H_c$  наблюдается обратная картина. Поэтому минимум потребляемой мощности насосной системой УЭЦН будет определять оптимальную глубину спуска подъемника. По-видимому,  $H_c$  будет определяться такими параметрами как вязкость пластовой и дегазированной нефти, газовым фактором и динамикой разгазирования – т.е. составом растворенного газа.

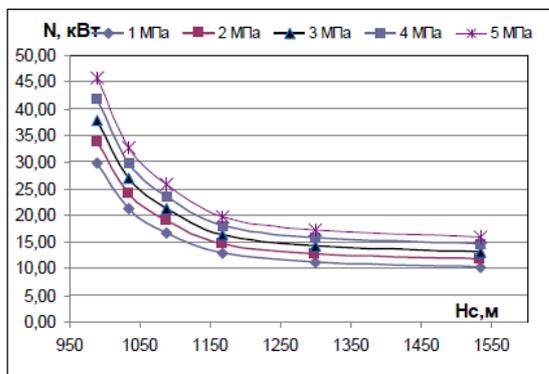


Рис. 1. Потребляемая мощность УЭЦН с естественной сепарацией

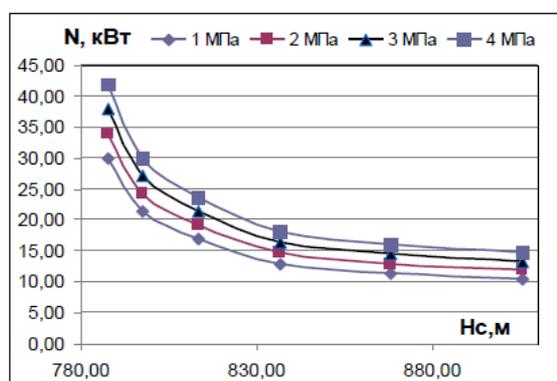


Рис. 2. Потребляемая мощность УЭЦН с газосепаратором

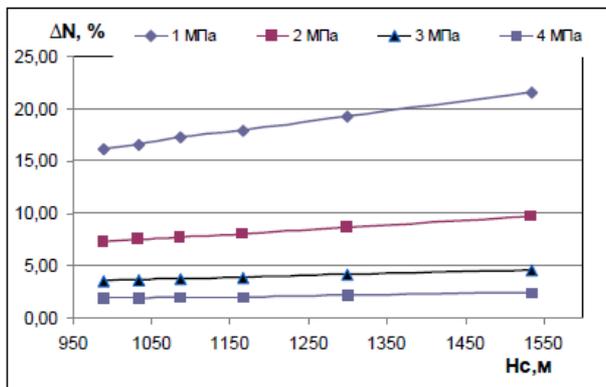


Рис. 3. Снижение мощности подъемника УЭЦН за счет газлифта без газосепаратора

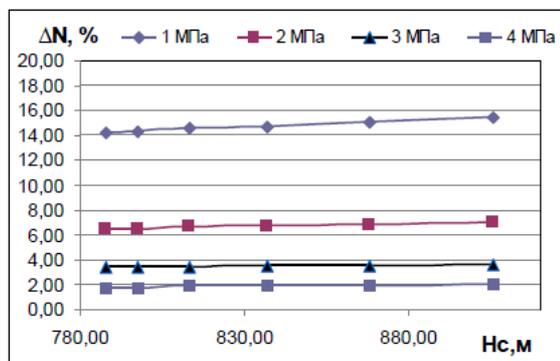


Рис. 4. Снижение мощности подъемника УЭЦН за счет газлифта с газосепаратором

На рис. 1 и рис. 2 показаны результаты расчетов в зависимости потребляемой мощности от глубины  $H_c$  для горизонта Д1 Бавлинского месторождения. Это позволяет производить сравнительный анализ со стандартными методами эксплуатации.

На рис. 3 и рис. 4 показан выигрыш в снижении потребляемой мощности за счет газлифта (работы струйного насоса) и за счет использования на устье мультифазного насоса для снижения устьевого давления и восполнения напора.

Наибольший выигрыш в обоих случаях имеет место при меньших устьевых давлениях. Для УЭЦН выигрыш увеличивается с ростом  $H_c$ . По абсолютным величинам потребляемой мощности также наблюдается тенденция ее снижения с ростом  $H_c$ .

Снижение электрической нагрузки на насос с ростом  $H_c$  является следствием нелинейной зависимости коэффициента падения напора в зависимости от газосодержания. Для снижения потребляемой мощности необходимо опускать насосную систему до глубины, где не происходит существенного снижения электрической нагрузки насоса. Это и есть оптимальная глубина спуска насоса УЭЦН  $H_{opt}$ . Для системы с естественной сепарацией газа:  $H_{opt}=1300$  м, а для системы ТАНДЕМ:  $H_{opt}=900$  м. Расчетное значение в [4] составляет  $H_{opt}=902$  м и, соответствующая ей, минимальная мощность при работе с естественной сепарацией  $N_{opt}=45-50$  кВт, с мультифазным насосом  $N_{opt}=30-35$  кВт. И лишь для самого экономичного формата Тандем+МФ насос снижается до 10 кВт, где расчетная глубина совпадает с оптимальной.

Расчеты показывают, что для систем СШНУ глубина спуска не является критичной. Поэтому при выборе минимальной нагрузки нужно следить только за компоновкой насосной системы. Альтернативой обычной СШНУ с естественной сепарацией газа служит компоновка СШНУ + МФ насос на устье. При этом наблюдается снижение мощности от 48 кВт до 35 кВт, что составляет 27 %.

### Список литературы

1. Мищенко И.Т. Скважинная добыча нефти, Нефть и газ РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. – Москва, 2003. – 816 с.
2. Балакирев Ю.А., Оноприенко В.П., Стрешинский И.А., Оптимизация режимов работы скважин: Недра, Москва, 1981. – 221 с.

3. Мищенко И.Т., *Расчеты в добыче нефти, Недра, Москва, 1989.* – 245 с.
4. Процекальников Д.В., Кульментьева Е.И., Рамазанов Р.Р., Солодов С.Д., *Вестник КНИТУ, 17, 5, 241-242, (2014).*
5. Процекальников Д.В., Алиев П.И., Кульментьева Е.И., *Вестник КНИТУ, 19, 22, 79-81, (2019).*

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СУШКИ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ**

И.Ю. Лесняк, А.В. Паничкин, С.В. Гавриленко  
Омский государственный технический университет,  
г. Омск

*Аннотация.* Предложен новый энергоэффективный способ сушки зерна пшеницы, основанный на акустико-вакуумном воздействии. Получена оптимальная циклограмма акустико-вакуумного воздействия на процесс тепло- и массообмена при сушке зерна пшеницы с использованием теории оптимального управления акустическим и вакуумным воздействием на основе принципа максимума Понтрягина. Определены затраты энергии, необходимые для сушки зерна пшеницы в условиях акустико-вакуумного воздействия.

Для сушки зерновых культур необходимы значительные затраты энергии, которые составляют до 20 % от общих затрат на их производство. Это связано с энергоемкостью используемого зерносушильного оборудования.

В настоящее время существуют различные способы сушки сельхозпродукции, в том числе зерна пшеницы, например, конвективный [1], ультразвуковой, инфракрасный, вакуумный и другие. Наиболее эффективными считаются комбинированные способы сушки зерна пшеницы основанные на совместном действии СВЧ-излучения и конвективных потоков газа [2, 3] и др.

Для повышения энергетической эффективности сушки зерна пшеницы предложен комбинированный способ, основанный на воздействии акустических колебаний на процесс тепло- и массообмена в условиях пониженного давления [4].

Для оптимизации энергетических затрат на сушку зерна пшеницы при акустико-вакуумном воздействии определена оптимальная циклограмма (табл.1) с помощью принципа максимума Понтрягина [5]. В качестве исходных данных использовались: масса зерна пшеницы 65 г; частота акустического воздействия 26 кГц; амплитуда акустического воздействия 10 мкм; начальная влажность зерна пшеницы 18,5 %; конечная влажность зерна пшеницы 13 %; давление в вакуумной камере 101 кПа – 0,2 кПа.

В таблице 1 видно, что при оптимальной циклограмме №1 коэффициент эффективности составляет  $9,57 \cdot 10^{-3}$  г/кДж. При этом масса испарившейся жидкости составляет 4,2 г, а суммарные затраты энергии 438,7 кДж. При использовании циклограмм №2 и №3 время акустического воздействия составляет 1000 секунд, а время вакуумного воздействия в сравнении с оптимальной циклограммой №1 уменьшается на 30 секунд или увеличивается на 30 секунд, соответственно для циклограмм № 2 и №3. При этом коэффициент эффективности по сравнению с оптимальной циклограммой №1 уменьшается и составляет  $9,49 \cdot 10^{-3}$  г/кДж и  $9,45 \cdot 10^{-3}$  г/кДж. Таким образом наиболее эффективное время

вакуумного воздействия составляет 700 секунд при акустическом воздействии в течении 1000 секунд.

Таблица 1

Затраты энергии на сушку зерна пшеницы при различных циклограммах акустико-вакуумного воздействия

№ циклограммы	Время акустического воздействия, с	Время вакуумного воздействия, с	Масса испарившейся жидкости, г	Суммарные затраты энергии, кДж	Коэффициент эффективности г/кДж, $10^{-3}$
1 (оптимальная)	1000	700	4,2	438,7	9,57
2	1000	670	3,985	419,56	9,49
3	1000	730	4,386	464,04	9,45

На рисунке 1 показаны суммарные затраты энергии на сушку зерна пшеницы по оптимальной циклограмме №1. Учитывались суммарные затраты энергии на работу акустического излучателя и вакуумного насоса.

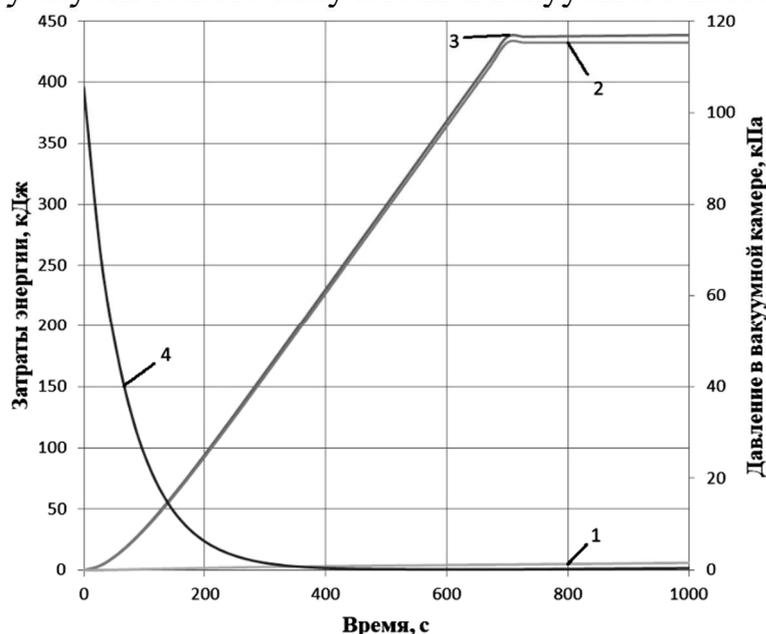


Рис. 1. Суммарные затраты энергии на сушку зерна пшеницы при акустико-вакуумной воздействии по оптимальной циклограмме: 1 – суммарные затраты энергии на работу акустического излучателя (левая ось); 2 – суммарные затраты энергии на работу вакуумного насоса (левая ось); 3 – суммарные затраты энергии на сушку зерна пшеницы (левая ось); 4 – давление в вакуумной камере (правая ось)

На рисунке 1 видно, что большая часть энергии расходуется на работу вакуумного насоса и составляет 432,55 кДж за все время сушки 1000 секунд. При этом суммарные затраты энергии на работу акустического излучателя составляют 6,15 кДж, что в 70,3 раза меньше, чем затраты энергии на работу вакуумного насоса. Таким образом, суммарные затраты энергии на сушку зерна пшеницы по оптимальной циклограмме акустико-вакуумного воздействия составляют 438,7 кДж.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-29-20091, <https://rscf.ru/project/22-29-20091/>.*

## Список литературы

1. Калашникова Н.В. Сушка зерна пшеницы в псевдооживленном слое / Н.В. Калашникова, А.В. Волженцев. – Орел: Орловский государственный аграрный университет, 2013. – 190 с. – ISBN 978-5-93382-194-6.
2. Васильев А.Н. Моделирование СВЧ-конвективной сушки зерна при движении его в активной зоне / А.Н. Васильев, А.А. Васильев, А.А. Цымбал // *Инновации в сельском хозяйстве*. – 2019. – № 3(32). – С. 319 – 329.
3. Hemis M. Modelling study of dielectric properties of seed to improve mathematical modelling for microwave-assisted hot-air drying / M. Hemis, D.G. Watson, Y. Gariépy, D. Lyew, V. Raghavan // *Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy*. – 2019. – Vol.53. – Pp. 94 – 114. DOI:10.1080/08327823.2019.1607491.
4. Лесняк И.Ю. Исследование сушки зерна пшеницы при акустико-вакуумном воздействии / И.Ю. Лесняк, С.В. Гавриленко // *Ученые Омска - региону: материалы VIII Регион. науч.-техн. конф. (Омск, 13-14 июня 2023 г.) / Ом. гос. техн. ун-т. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2023. – С. 44–47.*
5. Понтрягин Л.С. Математическая теория оптимальных процессов / Л.С. Понтрягин, В.Г. Болтянский, Р.В. Гамкрелидзе, Е.Ф. Мищенко. – М.: Наука, 1983. – 393 с.

## ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ В СФЕРЕ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ

В.С. Яндулов

Самарский государственный технический университет,  
г. Самара

*Аннотация.* В статье рассмотрены приоритетные направления развития науки и технологий в сфере теплоэнергетики и тепловых электрических станций. А именно их этапы развития, нововведения и их анализ.

Научно-технический прогресс не знает границ, и постоянно появляются новые энерго- и ресурсосберегающие технологии. Например, в последнее время все большую популярность приобретают технологии «умного дома», которые автоматически контролируют и оптимизируют потребление энергии и ресурсов. Принцип работы энерго- и ресурсосберегающих технологий заключается в снижении потребления ресурсов при выполнении определенных функций. Например, светодиодное освещение потребляет меньше энергии, чем обычные лампы, а технология орошения позволяет поливать растения только в том объеме, который им необходим.

Принцип энерго- и ресурсосберегающих технологий заключается в снижении потребления ресурсов при выполнении определенных функций. Например, светодиодное освещение потребляет меньше энергии, чем обычные лампы, а технология орошения позволяет поливать растения только в том объеме, который им необходим.

Несмотря на стремительное развитие нетрадиционной энергетики в последние десятилетия, большая часть мирового производства электроэнергии по-прежнему приходится на тепловые электростанции (ТЭС). В то же время постоянно растущий годовой спрос на электроэнергию оказывает стимулирующее воздействие на развитие тепловой генерации. Энергетики всего мира работают над повышением надежности, экологической безопасности и эффективности тепловых электростанций.

Тепловая энергетика остается одним из ключевых секторов современной мировой энергетики. В структуре мирового потребления электроэнергии на нефтепереработку приходится около 39 %, на добычу и переработку угля – 27 %, на газ – 24 %. Эти данные можно обобщить с точки зрения структуры производства электроэнергии на электростанциях мира следующим образом.

Суммирование этих данных в структуре выработки электроэнергии на электростанциях мира показывает, что на долю тепловой генерации приходится 90 %. В нашей стране широко используется так называемая комбинированная выработка электроэнергии, причем на долю теплоэлектроцентралей приходится около трети электроэнергии, производимой тепловыми электростанциями. В то же время необходимо отметить, что тепловые электростанции не только вырабатывают

электроэнергию, но и полноценно участвуют в централизованных системах тепло- и теплоснабжения. В нашей стране тепловые электростанции производят около 70 % электроэнергии и составляют основу электроэнергетической промышленности. Эта отрасль, обеспечивающая процессы производства и распределения тепла и электроэнергии, важна для развития экономики в целом, чему способствуют сложные природно-климатические особенности нашей страны.

Теплоэнергетика была бы немыслима без тепловых электростанций. Тепловые электростанции работают следующим образом. Сначала топливо органического происхождения подается в топку, где оно сгорает и нагревает проходящую по трубам воду. Нагретая вода превращается в пар, который вращает турбину. Когда турбина вращается, включается генератор и вырабатывается ток. Тепловые электростанции используют в качестве топлива невозобновляемые ресурсы, такие как нефть или уголь. Помимо тепловых электростанций, существуют также электростанции, преобразующие тепловую энергию в электрическую без помощи генератора. Это термоэлектрические, магнетогидродинамические и другие электростанции.

Бурный рост тепловой энергетики пришелся на середину и конец XX века, когда были реализованы масштабные программы модернизации, выросли электростанции и все виды энергетического оборудования. Сегодня развитие тепловой энергетики происходит в основном за счет внедрения новых и инновационных технологий. Рынок технологий претерпевает значительные позитивные изменения, на которые влияют международное разделение труда, интеграционные процессы, развитие физики и теоретические исследования в области поиска новых альтернативных источников энергии, но не в очень больших масштабах. В частности, к числу проблем, требующих решения в кратчайшие сроки, относятся

Проблема, стоящая сегодня перед теплоэнергетикой, – отсутствие стратегических проектов, направленных на развитие теплоэнергетики в долгосрочной перспективе: реформа системы планирования ЕЭС была неполной, так как не учитывала разработку генеральных планов развития инженерных систем, в том числе теплоснабжения. Наиболее серьезной проблемой является финансирование этих процессов, особенно строительства и реконструкции. В настоящее время эти вопросы, касающиеся теплоэнергетики, находятся исключительно в ведении муниципальных властей.

По мнению многих экспертов, исходное положение теплоэнергетики весьма неравнозначно по отношению к более крупной энергетической отрасли, что проявляется в ряде факторов. Нормативно-правовая база функционирования энергоструктуры в целом формировалась исключительно под электроэнергетику, с учетом ее интересов. С другой стороны, нормативное регулирование многих аспектов деятельности теплоэнергетики организовано невыгодным для нее образом.

Это неравенство базовых позиций в энергосистеме проявляется в том, что интересы тепловой генерации не были учтены или недостаточно учтены в ходе реформы электроэнергетики. В процессе создания рыночной экономической системы и планирования независимого механизма этой системы в данном секторе (НП «Управляющая торговая система» – ХИТАТК) жизненно важные для теплоэнергетики вопросы, такие как комбинированная выработка тепловой и электрической энергии (когенерация), не были рассмотрены и, следовательно, должным образом не отражены в системе.

Кроме того, одной из самых серьезных проблем на сегодняшний день является нерешенная проблема сохранения тепла и энергоресурсов, необходимых для его производства. Эта проблема порождает другие неэффективные процессы и явления, которые самым нежелательным образом сказываются как на работе предприятий, так и на конечном потребителе. Самая главная и болезненная причина – постоянный рост тарифов. Все эксперты, работающие в отрасли, единодушны в оценке того, что одной из основных причин роста тарифов на тепло является потеря тепла из-за работы устаревшего и отработавшего свой ресурс оборудования. О неполноте выработки тепловой энергии и высоком уровне износа оборудования говорилось выше. Эти проблемы необходимо решать как можно скорее.

К сожалению, в нашей стране сложилась порочная практика компенсации потерь при транспортировке за счет повышения тарифов на тепловую и другую энергию. Несовершенство системы закупок ресурсов и отсутствие стимулов к бережливому управлению, в том числе тепловой и электрической энергией, ставят под вопрос необходимость внедрения на этих предприятиях энергосберегающих технологий и инновационного оборудования.

Реальная система энергоэффективности и энергосбережения далека от совершенства. С одной стороны, внутренние цены на энергоресурсы низкие, с другой – стартовые затраты на энергосберегающие технологии высоки. Эта проблема требует тщательного изучения для поиска экономически выгодного компромисса как для производителей, так и для потребителей.

Кроме того, необходимо рассмотреть еще одну важную проблему, с которой сталкиваются компании данной отрасли, – кадровую проблему, которая по своей сути схожа с кадровой проблемой всей современной энергетики. Отрасль испытывает растущий дефицит кадров, в том числе новых высокоспециализированных должностей. При этом в самой структуре кадрового потенциала наблюдается значительный перекося от специалистов-энергетиков к управленцам, так называемым «эффективным менеджерам».

Одна из проблем, стоящих перед энергетической отраслью, – экологическая. Основным негативным фактором развития теплоэнергетики является вред, который тепловые электростанции наносят окружающей среде в процессе эксплуатации. При сжигании топлива в атмосферу выбрасывается большое количество вредных веществ. К ним относятся летучие органические соединения, твердые частицы золы, газообразные оксиды серы и азота, летучие соединения тяжелых металлов. Кроме того, ТЭС сильно загрязняют воду и ландшафт из-за необходимости складирования шлака, золы и топлива.

Положительные сдвиги произошли и в плане совершенствования регулирования и правового контроля за деятельностью отрасли. Так, Правительство РФ утвердило Энергетическую стратегию России до 2030 года, которая направлена на эффективное использование потенциала энергетической отрасли и природных энергетических ресурсов страны в целом. Эта стратегия нашла положительный отклик у бизнес-сообщества, и крупные государственные предприятия внесли значительный вклад в развитие термоэлектрической отрасли. Они активно реализуют планы развития предприятий и инвестиционные программы по диверсификации, модернизации и реконструкции термоэлектрических установок с целью значительного снижения себестоимости всех видов работ и услуг.

Использование энерго и ресурсосберегающих технологий является неотъемлемой частью устойчивого развития. Эти технологии позволяют сократить затраты и негативное воздействие на окружающую среду, что способствует более эффективному использованию ресурсов и сохранению природных богатств. Каждый человек может внести свой вклад в сохранение ресурсов и защиту окружающей среды, используя энергоэффективную технику, экономно расходуя воду и электричество, сортируя отходы и перерабатывая их, а также выбирая экологически чистые товары и услуги. Единственный путь к устойчивому развитию – это коллективные действия всех людей, нацеленные на достижение общих целей.

### **Список литературы**

1. Глуценко П.В. *Проблемы интеллектуальной энергетики в России / П.В. Глуценко. – Экономика и управление. – 2013. – № 5. – С. 33-37.*
2. Красс М.С. *Электроэнергетика в экономике России / М.С. Красс. – ЭКО. – 2012. – № 7. – С. 136-150.*
3. Чукреев Ю.Я. *Тенденции развития электроэнергетики России в новых институциональных условиях / Ю.Я. Чукреев. – ЭКО. – 2012.*

4. Энергетическая стратегия России на период до 2020 года: утверждена распоряжением Правительства РФ от 28 августа 2010 г. / Мин-во энергетики Российской Федерации. – М.: 2010. – 136 с.

5. Постановление Правительства РФ от 15.04.2014 г. № 321 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Энергоэффективность и развитие энергетики"».

## **АНАЛИТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ЦИКЛОВ УСТАНОВОК, ФУНКЦИОНИРУЮЩИХ НА ДЫМОВЫХ ГАЗАХ**

А.В. Банников, М.В. Козлова, В.М. Лапшова

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина,  
г. Иваново

*Аннотация.* Дымовые газы, получаемые в результате сжигания органического топлива, широко используются в различных энергетических и технических устройствах. Например, в газотурбинных установках, контактных теплообменных аппаратах, котлах-утилизаторах и т.д. Работа энергетических установок, в большинстве случаев, осуществляется в соответствии с определенным циклом, для оценки эффективности которого требуется расчет термодинамических параметров энергоносителей.

Для осуществления расчетов процессов охлаждения, осушки, увлажнения дымовых газов авторами был разработан и запатентован программный комплекс в среде Mathcad, позволяющий также осуществлять расчет термодинамических и теплофизических свойств.

В качестве частного случая в работе приводится цикл работы опреснительной установки, функционирующей на дымовых газах.

Одной из самых распространенных смесей, применяющихся в качестве рабочего тела существенного числа процессов, протекающих в различных теплообменных аппаратах, являются дымовые газы.

Как теплоноситель, дымовые газы широко используются в котлах-утилизаторах, рекуперативных и контактных теплообменных аппаратах, опреснительных установках. В целом использование уходящих газов, покидающих различное энергетическое оборудование, в целях более полного использования их потенциала соответствует положениям Федерального закона № 261 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности» [1], так как направлено на рациональное использование энергоресурсов.

В соответствии со всем вышесказанным, актуальным становится задача оценки потенциала применения дымовых газов в качестве энергоносителей различных утилизационных установок.

Процессы, протекающие с дымовыми газами, могут сопровождаться их охлаждением, осушкой или увлажнением. Для осуществления расчетов данных процессов авторами разработан и запатентован программный комплекс «Расчет термодинамических параметров уходящих газов» [2].

Охлаждение дымовых газов сопряжено со снижением температуры, энтальпии и повышением влажности, при постоянном влагосодержании, если речь идет об охлаждении до температуры, не превышающей температуру точки росы (рис. 1а). Охлаждение дымовых газов ниже температуры точки влечет за собой их

осушку, которая будет сопровождаться уменьшением влагосодержания дымовых газов (рис. 1б).

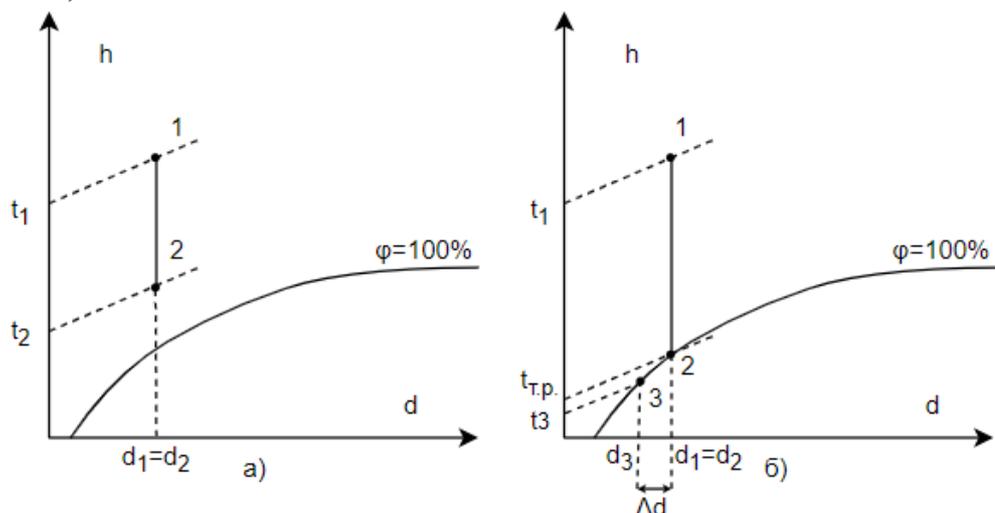


Рис.1. Процессы охлаждения дымовых газов в h-d диаграмме

Для осуществления расчета параметров дымовых газов, в частности, влажности и влагосодержания, в программе задается элементарный состав исходного топлива. Расчет данных параметров для газообразного топлива на выходе из установки, где происходило его сгорание, выполнялся в соответствии с формулами (1-4):

Массовый расход сухих дымовых газов на 1 м<sup>3</sup> топлива, кг/м<sup>3</sup>:

$$G_c = V_{RO_2} \cdot \rho_{RO_2} + V_{N_2} \cdot \rho_{N_2} + V_0 \cdot \rho_{\text{воздух}} \cdot (\alpha - 1), \quad (1)$$

где  $V_{RO_2}$ ,  $V_{N_2}$ ,  $V_0$  – объемы трехатомных газов, азота, воздуха, м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>;  $\rho_{RO_2}$ ,  $\rho_{N_2}$ ,  $\rho_0$  – плотности трехатомных газов, азота, воздуха, кг/м<sup>3</sup>;  $\alpha$  – коэффициент избытка воздуха.

Массовый расход влажных дымовых газов на 1 м<sup>3</sup> топлива, кг/м<sup>3</sup>:

$$G_r = \rho_{\text{сг}} + V_0 \cdot \alpha \cdot (1 + d_B), \quad (2)$$

где  $\rho_{\text{сг}}$  – плотность сухого топлива, кг/м<sup>3</sup>;  $d_B$  – влагосодержание воздуха, кг/кг сухого воздуха.

Влагосодержание дымовых газов на входе в установку, кг/кг сухого воздуха:

$$d_1 = \frac{G_r - G_c}{G_c}. \quad (3)$$

Для понимания состояния полученных дымовых газов необходимо также определить влажность полученных продуктов сгорания, для этого расчет ведется через молярные массы дымовых газов, представляющих собой смесь разных компонентов.

Относительная влажность, в долях:

$$\varphi_1 = \frac{d_1 \cdot m_{\text{сг}} \cdot p_{\text{атм}}}{18 \cdot p_{p1} + d_1 \cdot m_{\text{сг}} \cdot p_{p1}}, \quad (4)$$

где  $m_{\text{сг}}$  – молярная масса продуктов сгорания, кг/кмоль;  $p_{\text{атм}}$  – атмосферное давление воздуха, Па;  $p_{p1}$  – давление насыщения при температуре на выходе из установки, Па.

Процесс увлажнения дымовых газов может осуществляться в контактных теплообменных аппаратах, а также опреснительных установках. Параметры

процесса зависят от температуры среды, с которыми дымовые газы вступают во взаимодействие, данный процесс сопровождается увеличением влагосодержания (рис. 2).

Для того, чтобы в результате взаимодействия дымовых газов и воды происходило его увлажнение, необходимо, чтобы температура воды была больше температуры точки росы.

Процесс ДГ-1 соответствует насыщению дымовых газов при температуре воды выше температуры точки росы, но меньше температуры по смоченному термометру, при этом он сопровождается охлаждением. Все эти процессы сопровождаются увеличением влажности.

Возможны следующие возможные варианты насыщения воздуха:

1. Адиабатное (изоэнтальпийное) насыщение.

Рассматриваемому случаю соответствует процесс ДГ-2, который протекает при постоянной энтальпии и температуре воды, равной температуре дымовых газов по смоченному термометру.

2. Изотермическое насыщение (ДГ-3).

В данном случае температура воды, вступающей в контакт с дымовыми газами, равна температуре воздуха, процесс сопровождается увеличением энтальпии, более значительным возрастанием влагосодержания.

3. Политропическое насыщение с затратами теплоты (ДГ-4).

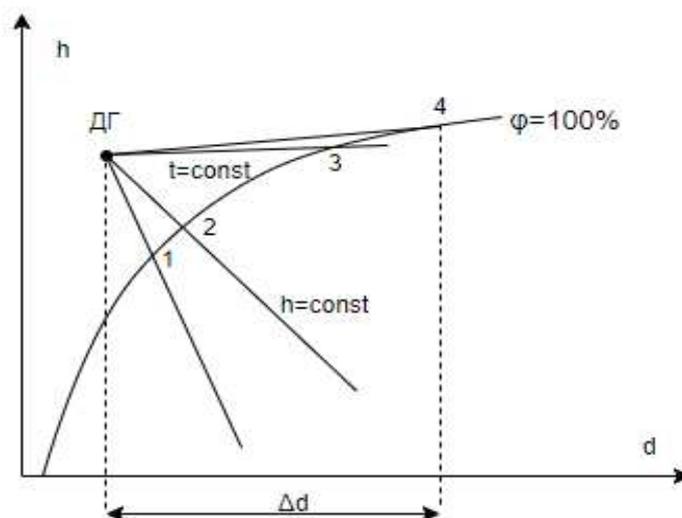


Рис.2. Процессы увлажнения дымовых газов в h-d диаграмме

Для расчета опреснительных установок, в которых осуществляется контакт дымовых газов с опресняемой водой [3], использование разработанного авторами программного комплекса позволяет существенно сократить время выполнения вычислений. Работа таких установок осуществляется в соответствии с циклом (рис. 3), который включает в себя охлаждение дымовых газов, путем подвода к ним морской воды в бесконтактный теплообменный аппарат (1-2), прямой контакт отработавших дымовых газов и морской воды в установке, увлажнение дымовых газов, получение паро-дымовой смеси (2-3), охлаждение смеси дымовых газов и паров морской воды в рекуперативном теплообменном аппарате (3-4); осушка влажных дымовых газов в бесконтактном теплообменном аппарате, получение опресненной воды (4-5).

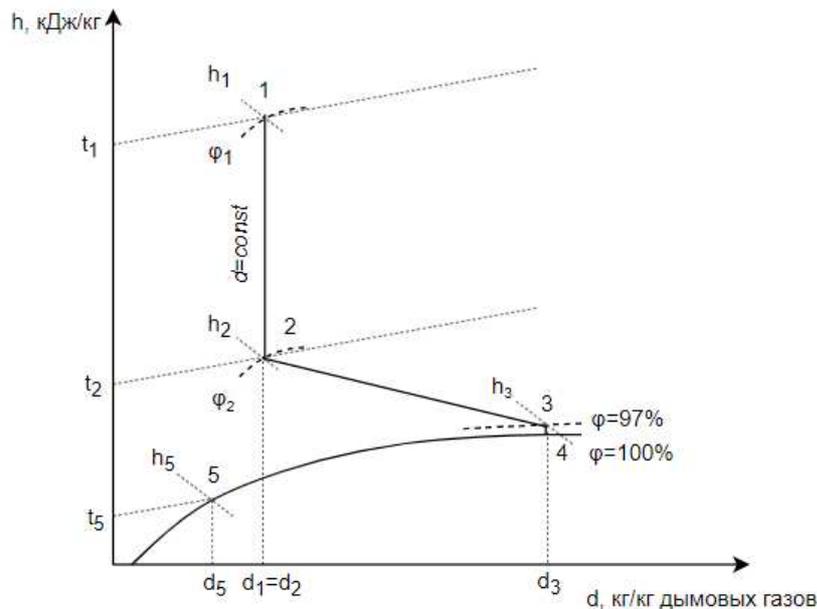


Рис.3. Процессы изменения состояния уходящих дымовых газов в результате взаимодействия с морской водой в h-d диаграмме

Таким образом, разработанная программа позволяет осуществлять расчет процессов охлаждения, увлажнения и осушения. При расчете задается состав исходного вида топлива, то есть она является универсальной и позволяет получать результаты для твердого, жидкого и газообразного топлива. Также программа может применяться для определения состава уходящих газов в результате горения, теплоемкости и плотности продуктов сгорания в зависимости от заданных условий, а также влагосодержание, влажность и энтальпию дымовых газов.

Результаты вычислений, полученные с использованием программы, могут быть использованы при проведении различных теплотехнических расчетов для энергетического оборудования и процессов горения.

### Список литературы

1. Федеральный закон № 261 от 23 ноября 2009 г.: [принят Гос. Думой 11 ноября 2009 г.: по состоянию на 11 июня 2021 г.] // Российская газета. – 2009. – 27 ноября (№ 226).
2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023687087 Российская Федерация. Расчет термодинамических параметров уходящих газов: № 2023686321: заявл. 28.11.2023: опубл. 11.12.2023 / А.В. Банников, М.В. Козлова, В.М. Лапшова; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина».
3. Лапшова В.М. Исследование способа утилизации и очистки дымовых газов / В.М. Лапшова, М.В. Козлова // XV Международный молодежный форум «Образование. Наука. Производство» [Электронный ресурс]: Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2023. – Ч. 20. – 74-78 с.

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

## МАРКЕТПЛЕЙС ИЛИ ТОРГОВАЯ ТОЧКА В СОВРЕМЕННОМ БИЗНЕСЕ

Д.Н. Михайлова, В.Д. Фешин  
Уфимский университет науки и технологий,  
г. Уфа

***Аннотация.** Сегодня маркетплейсы являются одним из наиболее популярных способов продажи товаров в интернете. Они объединяют множество продавцов и покупателей, предоставляя им возможность быстро и удобно совершать покупки. В статье рассмотрены плюсы и минусы маркетплейсов, проанализирована тенденция роста в последние годы. Также продемонстрированы перспективы освоения данного вида рынка.*

***Ключевые слова:** маркетплейс, современный бизнес, тенденция роста.*

В современном мире технологии и интернет играют огромную роль в развитии экономики и бизнеса. Одним из ключевых инструментов для успешного ведения бизнеса в интернете является платформа маркетплейсов.

Причины, по которым маркетплейсы становятся все более привлекательными для торговцев:

1. Увеличение клиентской базы. Маркетплейсы предоставляют торговцам доступ к огромной аудитории, состоящей из миллионов пользователей. Это позволяет увеличить продажи и привлечь новых клиентов, которые могут стать постоянными покупателями.

2. Снижение издержек. Сотрудничество с маркетплейсом может помочь снизить затраты на маркетинг и рекламу. Они предоставляют инструменты для продвижения товаров, что позволяет продавцам экономить на рекламе. Кроме того, маркетплейсы предлагают удобные инструменты для обработки платежей и доставки товаров, что также снижает издержки.

3. Упрощение процесса продажи. Маркетплейсы упрощают процесс продажи товаров, поскольку они берут на себя все технические аспекты, такие как обработка платежей, доставка и возврат товаров. Это позволяет торговцам сосредоточиться на развитии своего бизнеса и улучшении качества товаров и услуг.

4. Возможность сотрудничества с другими продавцами. На маркетплейсах торговцы могут сотрудничать с другими продавцами, что позволяет расширить ассортимент товаров и привлечь больше покупателей.

Однако, как и любая другая форма бизнеса, маркетплейсы имеют свои плюсы и минусы, которые следует учитывать при принятии решения о сотрудничестве с ними.

**Плюсы маркетплейсов:**

1. Широкий охват аудитории: маркетплейсы предоставляют возможность привлечь огромное количество покупателей, так как они имеют большую аудиторию и высокий уровень посещаемости.

2. Экономия на продвижении: продавцы могут использовать ресурсы маркетплейса для продвижения своих товаров и услуг, что позволяет сэкономить на рекламных расходах.

3. Снижение затрат на создание сайта: не нужно разрабатывать собственный интернет-магазин или сайт, так как все необходимые функции уже реализованы на платформе маркетплейса.

4. Увеличение продаж: благодаря большому количеству покупателей и эффективному продвижению, продажи товаров и услуг на маркетплейсах могут значительно возрасти.

Минусы:

Зависимость от маркетплейса: продавцами, сотрудничающими с маркетплейсами, приходится следовать правилам и условиям, установленным платформой, что может ограничивать их возможности и гибкость в работе.

1. Комиссия за использование платформы: большинство маркетплейсов взимают комиссию за размещение товаров на своей площадке, что снижает прибыль продавцов.

2. Конкуренция: на маркетплейсах представлено большое количество товаров и услуг от разных продавцов, что создает высокую конкуренцию и снижает шансы на успех отдельного продавца.

3. Сложность вывода товаров на рынок: для вывода нового товара на рынок требуется время и ресурсы, а на маркетплейсе это может быть еще сложнее, так как нужно конкурировать с множеством других продавцов.

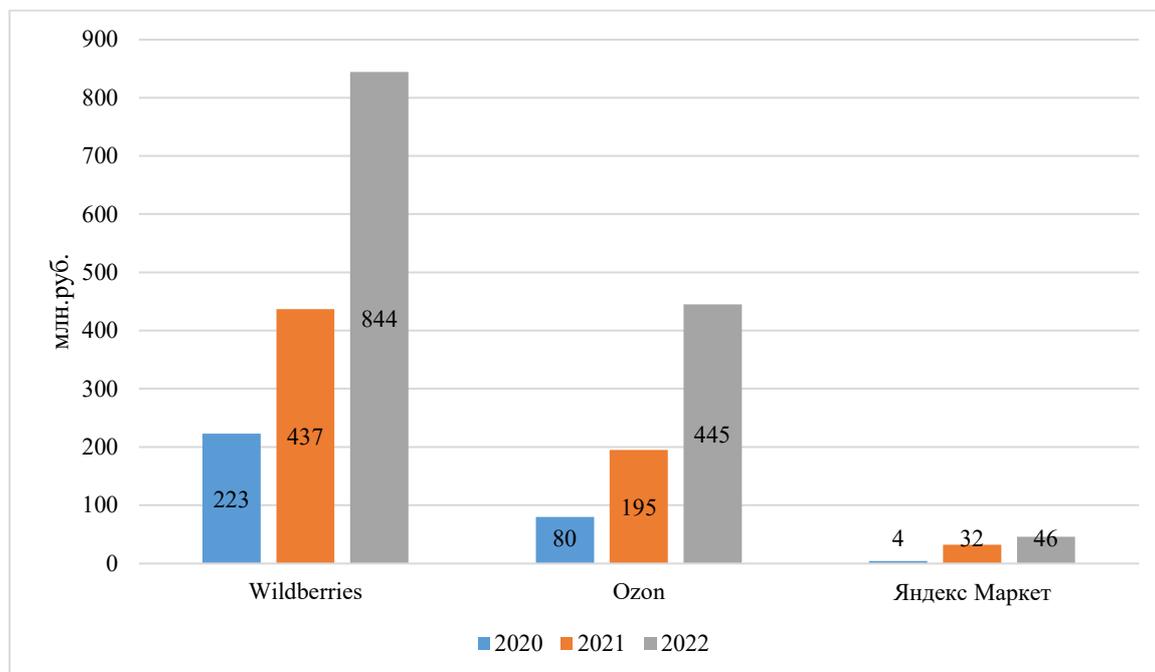
В целях исследования предлагается рассмотреть наиболее популярные в России маркетплейсы [5]:

1. Яндекс.Маркет – площадка, позволяющая покупателям сравнивать цены и осуществлять выбор товаров. Объединяет более 20 тысяч интернет-магазинов и обслуживает аудиторию около 4 млн человек в день. Для Яндекс.Маркет характерны наличие карточек популярных товарных категорий (мобильные телефоны, фотоаппараты, телевизоры и др.), с относительно простой процедурой регистрации, обязательной обратной связи с покупателями, и коррекция прайс-листа в соответствии с уровнем спроса.

2. Wildberries - крупнейший маркетплейс в России, объединяющий около 30 тыс. поставщиков товаров, различных ассортиментных групп: одежда, обувь, косметика, детские товары, книги, электроника и прочие. Для того, чтобы продавцу зарегистрироваться на платформе необходимо пройти поэтапную верификацию и загрузить ряд учредительных документов предприятия (ИНН, ОГРН и т.д.). Официальный срок рассмотрения заявки – 3 дня с момента подачи документации [4].

3. Ozon – площадка, возникшая на рынке электронной коммерции в 1998 году, на которой в настоящий момент совершается около 120 тыс. заказов в день. Данный маркетплейс отличается удобной системой редактирования карточек товаров и изменения цены, а также достаточно простым процессом регистрации поставщиков, которые могут настроить поток заказов на широкую аудиторию, используя сильную логистическую систему и склады площадки, расположенные в крупных городах страны. Размер комиссии зависит от категории товара и может достигать 18 % от его стоимости [2].

На рисунке представлен оборот маркетплейсов за 2020-2022 годы.



Оборот маркетплейсов в 2020-2022 годах, млн.руб.

В 2022 году российским маркетплейсам пришлось столкнуться с новыми условиями. Это обстоятельство каждый сервис преодолел по-своему. Для продавцов маркетплейсы в 2022 г. стали наиболее динамично развивающимся каналом для онлайн-торговли. Более 64 % предпринимателей, опрошенных Data Insight, увеличили свои обороты на этих платформах. В сентябре 2022 года объем рынка электронной коммерции за первые три квартала (Q1-Q3) составил 500 миллиардов рублей. На долю маркетплейсов приходится 1.5 миллиарда рублей оборота, причем рост платформ за год превысил 111 % [3].

Тенденции развития маркетплейсов [1]:

1. Развитие технологий искусственного интеллекта и их внедрение в работу маркетплейсов для автоматизации процессов, улучшения персонализации и предложения наиболее релевантных товаров и услуг покупателям.

2. Глобализация и расширение присутствия маркетплейсов на мировом рынке, привлечение иностранных продавцов и покупателей, а также развитие международной логистики и доставки товаров.

3. Усиление безопасности и защиты персональных данных пользователей, обеспечение прозрачности и честности сделок, а также повышение уровня доверия к маркетплейсам со стороны продавцов и покупателей.

4. Фокус на экологичности и устойчивом развитии, внедрение практик, направленных на сокращение экологического следа и продвижение экологически чистых товаров и продуктов.

5. Развитие омниканальности и интеграции с другими платформами и сервисами, чтобы предоставить пользователям еще больше возможностей для покупок и продаж.

6. Улучшение пользовательского опыта и удобства использования маркетплейсов, включая оптимизацию мобильных приложений, улучшение функциональности и дизайна интерфейсов, а также персонализацию пользовательского опыта.

7. Развитие программ лояльности и предоставление дополнительных бонусов и скидок для постоянных пользователей, а также привлечение новых покупателей за счет разнообразных акций и предложений.

В заключение, можно сказать, что маркетплейсы продолжают развиваться и расширять свое присутствие на рынке электронной коммерции. Они предлагают широкий ассортимент товаров и услуг, удобную систему поиска и заказа, а также различные программы лояльности для покупателей. Благодаря технологиям искусственного интеллекта, маркетплейсы могут автоматизировать многие процессы, улучшать персонализацию и предлагать наиболее подходящие товары и услуги своим пользователям. Глобализация, экологичность, омниканальность и другие тенденции развития помогут маркетплейсам оставаться востребованными и конкурентоспособными в будущем.

### Список литературы

1. Развитие цифровой экономики в условиях деглобализации и рецессии: монография / под ред. А.В. Бабкина. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2019. – 753 с.

2. Куликова О.М. Актуальные вопросы проведения процедуры банкротства в России / О.М. Куликова, С.Д. Суворова // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. – 2020. – № 3 (45). – С. 41-47.

3. Продвижение в маркетплейсах: как получать больше трафика. - URL: <https://netology.ru/blog/09-2020-marketpleisy#cooperation>

4. Егоров В.Ф. Целевой маркетинг в коммерческой деятельности торгового предприятия / В.Ф. Егоров, Н.М. Егорова // Журнал правовых и экономических исследований. – 2015. – № 1. – С. 128-133.

5. Суворова С.Д. Проектирование цифровых логистических платформ в цепи поставок / С.Д. Суворова, И.А. Бойко, А.И. Захаренко // Естественно-гуманитарные исследования (ЕГИ) № 29 (3), 2020. – С.321-325.

DOI: 10.24411/2309-4788-2020-10281

## СТРУКТУРА И МОДЕЛЬ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ И УПРАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ВЗАИМОСВЯЗАННЫХ ОБЪЕКТОВ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ С ФУНКЦИЕЙ ПРОГНОЗА

П.Г. Алексеева

Тульский государственный университет,

г. Тула

**Аннотация.** Представлена структура информационно-измерительной и управляющей системы территориально распределенных взаимосвязанных объектов газовых сетей. Предложены модели прогнозирования параметров территориально-распределенной газовой сети на основе нейросетевых технологий для взаимосвязанных объектов.

**Ключевые слова:** информационно-измерительная и управляющая система, структура, модель, параметры объекта сети газораспределения, прогноз.

Проведенный анализ существующих информационно-измерительных систем показал необходимость их совершенствования в части организации структуры и модели с добавлением эффективных алгоритмов прогнозирования с

целью обеспечения качественного процесса эксплуатации опасных производственных объектов и обеспечения бесперебойной поставки природного газа потребителям по сетям газораспределения и газопотребления.

Одной из основных задач поставленной перед газораспределительными организациями является бесперебойная и безаварийная поставка природного газа потребителям. Для осуществления данной задачи необходимо не только соблюдение всех норм и правил безопасности и исполнения законодательства РФ, но и внедрение передовых опытов производства в транспортировке газа и новейших технологий, в том числе цифровых при мониторинге процесса транспортировки, а также предиктивном анализе и прогноза состояния оборудования и всего технологического процесса.

Для применения цифровых технологий в части транспортировки природного газа одной из важных составляющих является построение математической модели. За основу, как правило берутся уравнения движения газа в трубопроводе.

Тема прогнозирования при моделировании транспортировки природного газа и построении информационно-измерительной и управляющей системы отражена в работе [2], где запаздывание рассмотрено в совокупности с применением цифровой системы управления, как инструмент прогнозирования параметров на период равный времени транспортного запаздывания. Система управления построена на основе теории цифрового управления с применением метода Z-преобразования и составлении функции состояния объекта по упрежденным значениям координат.

Построена матричная модель информационно-измерительной и управляющей системы, основными элементами которой являются сигналы датчиков территориально распределенных объектов газораспределения.

$$\text{ИИС} = \begin{bmatrix} C_1^1 & C_2^1 & C_3^1 & \dots & C_n^1 \\ C_1^2 & C_2^2 & C_3^2 & \dots & C_n^2 \\ C_1^3 & C_2^3 & C_3^3 & \dots & C_n^3 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_1^k & C_2^k & C_3^k & \dots & C_n^k \\ P_{ВХ1} & P_{ВХ2} & P_{ВХ3} & \dots & P_{ВХn} \\ P_{ВЫХ1} & P_{ВЫХ2} & P_{ВЫХ3} & \dots & P_{ВЫХn} \\ t_{ВХ}^\circ C_1 & t_{ВХ}^\circ C_2 & t_{ВХ}^\circ C_3 & \dots & t_{ВХ}^\circ C_n \\ t_{ВЫХ}^\circ C_1 & t_{ВЫХ}^\circ C_2 & t_{ВЫХ}^\circ C_3 & \dots & t_{ВЫХ}^\circ C_n \\ q_1 & q_2 & q_3 & \dots & q_n \\ \beta_1 & \beta_2 & \beta_3 & \dots & \beta_n \\ skl_1 & skl_2 & skl_3 & \dots & skl_n \\ U_{ПOT1} & U_{ПOT2} & U_{ПOT3} & \dots & U_{ПOTn} \\ i_{ПOT1} & i_{ПOT2} & i_{ПOT3} & \dots & i_{ПOTn} \\ U_{заш1} & U_{заш2} & U_{заш3} & \dots & U_{зашn} \\ skl_1 & skl_2 & skl_3 & \dots & skl_n \\ sdn_1 & sdn_2 & sdn_3 & \dots & sdn_n \\ sda_1 & sda_2 & sda_3 & \dots & sda_n \\ sdf_1 & sdf_2 & sdf_3 & \dots & sdf_n \\ sdo_1 & sdo_2 & sdo_3 & \dots & sdo_n \end{bmatrix}, \quad (1)$$

где:  $C$ ,  $P_{ВХ}$ ,  $P_{ВЫХ}$ ,  $t_{ВХ}^\circ C$ , ...,  $skl$ , ...,  $sdo$  – контролируемые параметры объектов газораспределительной сети;

$k$  – порядковый номер объекта газораспределения в газотранспортной сети;  
 $n$  – номер отсчета в массиве накопленных данных за период  $\tau$  для каждого объекта газораспределения в газотранспортной сети.

В развитие данной темы в представляемой работе предлагается построение модели ИИУС с использованием всего массива накопленных данных за время работы систем телеметрии на взаимосвязанных объектах разветвленной газораспределительной сети. Прогноз будет осуществляться по выбранной глубине  $g$  накопленных данных и учитывающий взаимосвязь и влияние параметров объектов друг на друга. Глубина данных от нескольких месяцев до нескольких лет, за время шага измерения будем принимать  $d$ , которое в дальнейшем будет увеличиваться в процессе обучения системы. При этом вектора состояния объектов представим следующим образом.

$P_{вх\ k} = [P_{вх1} \quad P_{вх2} \quad P_{вх3} \quad \dots \quad P_{вхn}]$ , где  $n=1,2,3,\dots,g/d$

$P_{вх\ k}$  - давление газа на входе  $k$  – го объекта газораспределения, МПа;

$k = 1,2,3 \dots m$ ;

$m$  – количество взаимосвязанных объектов газораспределительной сети,

$P_{вых\ k} = [P_{вых1} \quad P_{вых2} \quad P_{вых3} \quad \dots \quad P_{выхn}]$

$P_{вых\ k}$  - давление газа на выходе  $k$ -го объекта газораспределения, Мпа.

Аналогичным образом представляются вектора всех измеряемых датчиками параметров объекта. Для наглядности представления модели будем использовать основные параметры датчиков, вспомогательные, а также вышеописанные организационные представим, как единый параметр общеорганизационный  $A_{орг}$ , который в процессе работы ИИУС будет постоянно корректироваться в процессе обучения системы.

$Q$  – величин потока газа на  $k$ -м объекте газораспределения, м<sup>3</sup>/час;

$Sk$  – величина загазованности  $k$ -го объекта газораспределения, мг/м.куб.;

$t_{вхk}$  – температура газа на входе  $k$ -го объекта газораспределения, град.С;

$t_{выхk}$  – температура газа на выходе  $k$ -го объекта газораспределения, град.С;

$U_{ном\ k}$  – величина защитного потенциала на  $k$ -м объекте газораспределения, вольт, В;

$I_{ном\ k}$  – величина защитного тока на  $k$ -м объекте газораспределения, ампер, А;

$skl\ k$  – срабатывание защитных клапанов на  $k$ -м объекте газораспределения, сработал – «1»; нет – «0»;

$A_{оргk}$  – общеорганизационный весовой параметр  $k$ -го объекта, учитывающий качество обслуживания, сроки эксплуатации, квалификацию закрепленного за оборудованием персонала и т.д.

Так как будем учитывать взаимосвязь всех объектов представление какого-либо параметра в матричном виде, как представлена величина загазованности в предыдущей работе не целесообразно и матрица параметров  $k$ -го объекта будет выглядеть следующим образом:

$$M_k = \begin{pmatrix} P_{ВХ1}^k & P_{ВХ2}^k & \dots & P_{ВХn}^k \\ P_{ВЫХ1}^k & P_{ВЫХ2}^k & \dots & P_{ВЫХn}^k \\ Q_1^k & Q_2^k & \dots & Q_n^k \\ C_1^k & C_2^k & \dots & C_n^k \\ t_{ВХ1}^k & t_{ВХ2}^k & \dots & t_{ВХn}^k \\ t_{ВЫХ1}^k & t_{ВЫХ2}^k & \dots & t_{ВЫХn}^k \\ U_{ПОТ1}^k & U_{ПОТ2}^k & \dots & U_{ПОТn}^k \\ I_{ПОТ1}^k & I_{ПОТ2}^k & \dots & I_{ПОТn}^k \\ S_{kl1}^k & S_{kl2}^k & \dots & S_{kln}^k \\ A_{орг1}^k & A_{орг2}^k & \dots & A_{оргn}^k \end{pmatrix} \quad (2)$$

Где:  $k - 1, 2, 3 \dots m; m$  – количество взаимосвязанных объектов газораспределительной сети  $n=1, 2, 3 \dots g/d$ ,  $g$  – глубина данных,  $c; d$  – время шага измерений,  $c$ .

Накопленные данные по каждому шагу измерения позволяют в  $n$ -ый момент показывать отклонение каждого параметра от номинальных значений и таким образом можно представить матрицу отклонений параметров взаимосвязанных  $m$ -объектов газораспределения:

$$v = \begin{pmatrix} v_{P_{ВХ1}}^k & v_{P_{ВЫХ1}}^k & v_{Q1}^k & v_{c1}^k & v_{t_{ВХ1}}^k & v_{t_{ВЫХ1}}^k & v_{t_{ПОТ1}}^k & v_{u_{ПОТ1}}^k & v_{S_{ki1}}^k & v_{A_{орг1}}^k \\ v_{P_{ВХ2}}^k & v_{P_{ВЫХ2}}^k & v_{Q2}^k & v_{c2}^k & v_{t_{ВХ2}}^k & v_{t_{ВЫХ2}}^k & v_{t_{ПОТ2}}^k & v_{u_{ПОТ2}}^k & v_{S_{ki2}}^k & v_{A_{орг2}}^k \\ \dots & \dots \\ \dots & \dots \\ v_{P_{ВХn}}^k & v_{P_{ВЫХn}}^k & v_{Qn}^k & v_{cn}^k & v_{t_{ВХn}}^k & v_{t_{ВЫХn}}^k & v_{t_{ПОТn}}^k & v_{u_{ПОТn}}^k & v_{S_{kin}}^k & v_{A_{оргn}}^k \end{pmatrix} \quad (3)$$

Где:  $k - 1, 2, 3 \dots m; n=1, 2, 3 \dots g/d$ ,  $g$  – глубина данных,  $c; d$  – время шага измерений,  $c$ ,  $v$  – весовой коэффициент, показывающий величину отклонения параметра в каждый момент  $n$  от установленного диапазона нормальных значений или технологического коридора взаимосвязанного объекта  $m$ .

Таким образом математическая модель состояния  $k$ -го объекта в зависимости от состояния и отклонений взаимосвязанных  $m$  объектов условно можно представить в следующем виде:

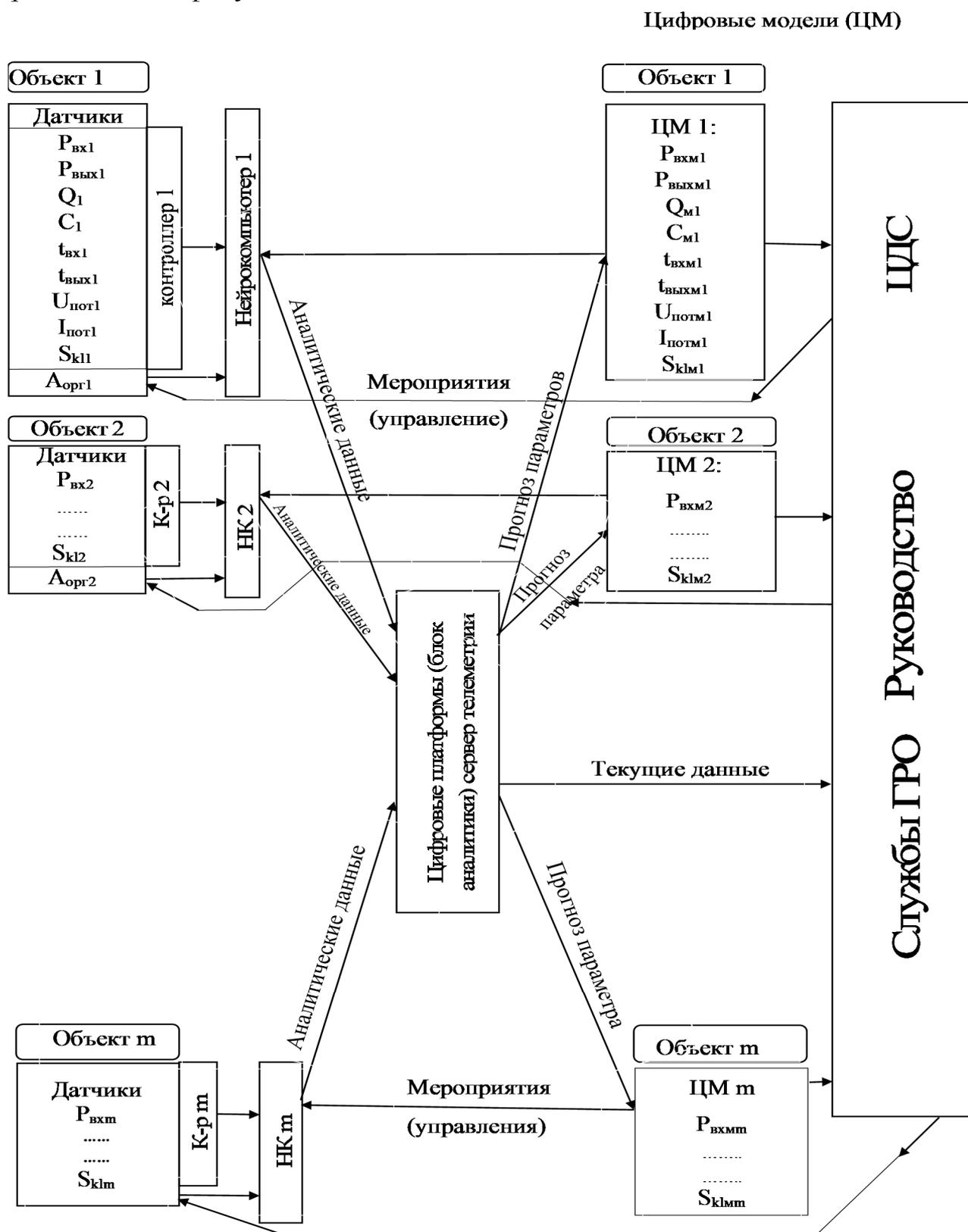
$$F_k^n = M_k v_k, \quad (4)$$

А модель информационно-измерительной и управляющей системы состояния в зависимости от состояния параметров на  $k$ -м взаимосвязанном объекте представляется в следующем виде:

$$M_{иис} = \begin{pmatrix} l_1^1 F_1 & l_1^2 F_1 & \dots & l_1^m F_1 \\ l_2^1 F_2 & l_2^2 F_2 & \dots & l_2^m F_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ l_m^1 F_m & l_m^2 F_m & \dots & l_m^m F_m \end{pmatrix} \quad (5)$$

Где  $l_1^1 = l_2^2 = \dots = l_m^m = 1$ ,  $l_m^k$  – коэффициент влияния  $k$ -го объекта на каждый  $m$ -ый объект.

Для технического решения работы данной модели построена структура совершенствованной информационно-измерительной и управляющей системы, приведенная на рисунке.



Структура совершенствованной информационно-измерительной и управляющей системы с функцией прогноза

Аппаратной базой данной структуры нейροкомпьютеры – устройства Compting Edge (краевых распределенных вычислений) ведущих прием и

нейросетевую обработку данных на месте установки, на объектах. Первым уровнем обработки данных является прогностика основных технологических показателей. Вторым уровнем – классификация технологических событий в режиме реального времени. Данные аппаратных устройств обобщаются в качестве связной аналитики систем объектов. Обобщенные аналитические данные поступают на цифровую платформу, которой формируются цифровые модели взаимосвязанных объектов и передаются в диспетчерский центр, как текущие параметры, так и прогнозные для принятия превентивных действий руководством и персоналом для поддержания качественного технологического процесса и предупреждения аварийных и нештатных ситуаций.

### **Список литературы**

1. Алексеева П.Г. *Создание единой системы цифровых двойников на объектах распределения природного газа с применением нейросетевых технологий* / П.Г. Алексеева, В.М. Панарин, А.А. Маслова // *Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика*. – 2022. – № 7. Измерения, контроль, диагностика, стр. 1-6.

2. Царьков Г.Ю. *Повышение эффективности функционирования информационно-измерительных и управляющих систем для объектов территориально распределенных газовых сетей* / Г.Ю. Царьков // *Автореферат*, Тула, 2019. – 20 с.

3. *Диагностика, мониторинг технического состояния, экологическая диагностика и управление состоянием газопроводов при обеспечении надёжности, безопасности и управляемости транспортом газа* / Под ред. В.Е. Костюкова. – Нижний Новгород: Изд-во ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2007. – 204 с.

## **ОЦЕНКА ФИНАНСОВОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ**

С.А. Калюка<sup>1</sup>, О.В. Гришакова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Финансовый университет при правительстве Российской Федерации», г. Москва

<sup>2</sup> Тульский государственный университет, г. Тула

*Аннотация.* Статья оценивает финансовую эффективность климатических проектов, включая анализ затрат и доходов, рентабельности и риска. Она подчеркивает важность учета социальных и экологических факторов и призывает компании использовать оценочные методики для принятия инвестиционных решений в этой области.

В настоящее время климатические изменения стали одной из самых важных проблем, требующих немедленных и эффективных решений. Климатические проекты, такие как внедрение возобновляемых источников энергии, сокращение выбросов парниковых газов и энергоэффективность, играют важную роль в

достижении устойчивого развития и снижении негативного влияния на окружающую среду. Однако, чтобы реализовать такие проекты эффективно, необходимо проводить оценку их финансовой эффективности.

Существует несколько проблем, связанных с оценкой финансовой эффективности климатических проектов. Во-первых, основные инструменты и методологии оценки их финансовой эффективности недостаточно разработаны и унифицированы. Это создает сложности при сравнении проектов и принятии решений о возможном инвестировании. Во-вторых, климатические проекты часто имеют свои особенности и риски, которые не всегда могут быть учтены в стандартных методах оценки.

Целью данного исследования является разработка методологии оценки экономического эффекта и возврата вложений при реализации климатических проектов. Основные задачи исследования включают:

- Изучение существующих методик оценки финансовой эффективности климатических проектов и выявление их проблемных аспектов.

- Разработка интегрированной методологии, учитывающей особенности климатических проектов и позволяющей провести более точную оценку их финансовой эффективности.

- Анализ важных показателей, таких как ROI (Return on Investment) и NPV (Net Present Value), и определение их роли в оценке финансовой эффективности климатических проектов.

Исследование по оценке финансовой эффективности климатических проектов имеет большое значение для бизнес-сферы и принятия решений в области инвестиций. Результаты исследования позволят более точно определить эффективность и рентабельность климатических проектов, способствуя принятию обоснованных решений при планировании и реализации таких проектов.

В области оценки финансовой эффективности климатических проектов проведено множество исследований, направленных на разработку методик и показателей для определения их рентабельности и инвестиционной привлекательности. В данном обзоре будут рассмотрены некоторые из них, а также основные показатели, такие как ROI (Return on Investment) и NPV (Net Present Value), используемые при оценке финансовой эффективности таких проектов.

1. Исследование Smith, A. «Evaluating the Financial Viability of Climate Change Projects» (2017) изучает методики оценки финансовой эффективности климатических проектов и подчеркивает важность учета экологического и социального воздействия этих проектов наряду с финансовыми показателями. В статье представлены различные модели оценки, включая как статические, так и динамические показатели.

2. Brown, C. и Fujiwara, N. в статье «Assessing the Financial Performance of Climate Change Mitigation Projects: A Review of Methods and Datasets» (2019) провели обзор существующих методик и наборов данных, используемых для оценки финансовой эффективности климатических проектов. В исследовании особое внимание уделено анализу различных показателей, таких как ROI и NPV, и их применимости для оценки рентабельности климатических проектов.

3. В работе Green, R. и Hulme, M. «From Impact to Adaptation: Canada's Changing Climate» (2018) произведена оценка финансовой эффективности

климатических проектов в Канаде. Проанализированы финансовые показатели проектов, включая ROI и NPV, и даны рекомендации по улучшению методологии оценки и принятию решений по финансированию подобных проектов.

4. Johnson, S. и Smith, H. в своей работе «Quantifying the Costs and Benefits of Climate Change Projects» (2020) представили методы исчисления и анализа затрат и выгод от реализации климатических проектов. Они провели оценку ROI и NPV для различных типов климатических проектов и обсудили ключевые факторы, влияющие на получаемые результаты.

В целом, эти исследования и многие другие ориентируются на различные подходы и методы оценки финансовой эффективности климатических проектов. В основе этих методик лежат показатели ROI и NPV, позволяющие определить рентабельность и потенциальную прибыльность проектов. Однако, вариации в методиках и различные факторы, учет которых может варьироваться, создают необходимость в разработке более точной и унифицированной методологии оценки финансовой эффективности климатических проектов.

Дальнейшие исследования по оценке финансовой эффективности климатических проектов должны учитывать проблемы и преимущества существующих методик, а также стремиться к разработке надежных и универсальных подходов, позволяющих более внимательно и полно оценить финансовую сторону данных проектов.

Методология оценки финансовой эффективности климатических проектов:

1. Сбор и анализ данных:

- Определение конкретного климатического проекта и сбор необходимых данных, таких как сроки реализации, объемы инвестиций, предполагаемые доходы и затраты.

- Изучение рыночной и конкурентной ситуации, факторов риска и возможных изменений в климатическом и экономическом контексте.

2. Учет ключевых параметров:

- Сроки реализации проекта: Оценка длительности каждого этапа проекта, учет временных зависимостей доходов и затрат, и определение оптимального временного горизонта для анализа финансовой эффективности.

- Объемы инвестиций: Определение общих затрат на весь проект, учет затрат на инфраструктуру, технологии, оборудование и другие необходимые ресурсы.

- Предполагаемые доходы: Оценка потенциальных доходов, таких как экономия на затратах на энергию, продажа сгенерированной энергии или получение субсидий.

3. Расчет показателя ROI (Return on Investment):

- Расчет величины ROI позволяет определить, во сколько раз суммарный доход от проекта превышает суммарные затраты.

- Формула  $ROI = (\text{Суммарный доход} - \text{Суммарные затраты}) / \text{Суммарные затраты} * 100$ .

4. Расчет показателя NPV (Net Present Value):

- Расчет NPV позволяет учесть текущую стоимость денег и учесть временные факторы.

- Формула  $NPV = \sum(CF_t / (1+r)^t) - C_0$ ,

где  $CF_t$  представляет собой денежный поток на момент времени  $t$ ,  $r$  - ставка дисконта,  $t$  - номер периода,  $C_0$  - начальные затраты на проект.

5. Определение критериев оценки финансовой эффективности:

- Установление минимальных требований и пороговых значений для ROI и NPV, которые свидетельствуют о достаточной финансовой эффективности проекта.

6. Анализ и интерпретация результатов:

- Сравнение полученных значений ROI и NPV с установленными критериями для оценки финансовой эффективности.

- Интерпретация результатов на основе анализа значений ROI и NPV, а также других факторов, таких как рыночные условия, конкуренция и экономические риски.

- Выявление наиболее финансово эффективных проектов, которые соответствуют установленным критериям.

7. Заключение и рекомендации:

- Составление общих выводов на основе результатов и анализа.

- Рекомендации по принятию решений и планированию инвестиций в климатические проекты на основе полученных результатов.

- Обсуждение ограничений методологии и возможные улучшения в будущих исследованиях.

Настоящая методология оценки эффективности климатических проектов включает анализ ключевых параметров, расчет показателей ROI и NPV, а также применение критериев оценки финансовой эффективности. Она позволяет провести более точную оценку рентабельности проектов и принять обоснованные решения при выборе инвестиций в сферу климатического развития. Дальнейшие исследования и анализ могут быть внесены для усовершенствования методологии и учета дополнительных факторов, связанных с климатическими проектами.

### Список литературы

1. Smith, A. (2017). *Evaluating the Financial Viability of Climate Change Projects*. *Journal of Sustainable Finance and Investment*, 7(2), 162-177.

2. Brown, C., & Fujiwara, N. (2019). *Assessing the Financial Performance of Climate Change Mitigation Projects: A Review of Methods and Datasets*. *Environmental Science & Policy*, 101, 96-102.

3. Green, R., & Hulme, M. (2018). *From Impact to Adaptation: Canada's Changing Climate*. *Canadian Climate Normals, Climate Design and Adaptation*. Ottawa: Government of Canada Publications.

4. Johnson, S., & Smith, H. (2020). *Quantifying the Costs and Benefits of Climate Change Projects*. *Environmental Economics Research*, 4(3), 251-267.

5. Thompson, J., & Williams, K. (2016). *Sustainable Finance: Investment and Financial Flows to Achieve Climate Change Goals*. *Climate Finance and Investment*. London: Palgrave Macmillan.

6. ГУЗ, МАКОНН. *Управление собственностью и устойчивым развитием территорий // Учебное пособие*. 2021.

7. *Концепция устойчивого развития: основные положения // CYBERLENINKA [Электронный ресурс] – <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiyaustoychivogo-razvitiya-osnovnyepolozheniya>*

# Сегментация клиентской базы телекоммуникационной компании с применением кластерного анализа на основе сети Кохонена

М.С. Кошелева, В.И. Орешков

Рязанской государственной радиотехнической университет им. В.Ф. Уткина,  
г. Рязань

*Аннотация.* Произведена сегментация клиентской базы телекоммуникационной компании с использованием кластерного анализа на основе сети Кохонена. Определена конфигурация модели и обоснован выбор числа кластеров. В результате выявлено два сегмента клиентов со схожими шаблонами потребительского поведения, предложены рекомендации по работе с ними.

Обнаружение групп клиентов, с близкими шаблонами потребительского поведения, является одной из важнейших задач бизнес-аналитики [1]. Особенно данная задача актуальна для предприятий с большой клиентской базой (КБ), таких как банки, телекоммуникационные (ТКК) и страховые компании, торговые сети и т.д., насчитывающие сотни тысяч клиентов [2].

Актуальность данной задачи обусловлена тем, что компании расходуют огромные средства на маркетинг, привлечение новых клиентов и поддержку лояльности существующих. Далеко не все эти затраты приводят к эффективным решениям, поскольку связанные с ними мероприятия (реклама, скидки, промоакции и т.д.) не имеют чёткой направленности на конкретную целевую аудиторию, а «размазываются» по всей КБ. Именно поэтому компании стремятся повысить целевую направленность расходов на маркетинг, чтобы предлагать товары и услуги нужным потребителям, в нужное время и в нужном месте.

Для решения этой задачи компании собирают разнообразную информацию о своих клиентах – личные данные, область занятости, уровень доходов, образование, семейное положение, социальный статус, модель расходов и потребления, хобби, активность в социальных сетях и многое другое. Вся эта информация консолидируется в специальной платформе клиентских данных, интегрированной в информационную экосистему предприятия.

Собранные данные подвергаются различным технологиям интеллектуального анализа с целью выявления закономерностей и шаблонов потребительского поведения [3], результаты которого могут использоваться для повышения эффективности стратегии компании в области отношений с клиентами. Популярными инструментами такого анализа являются нейронные сети, деревья решений, кластерный и ассоциативный анализ, и другие технологии машинного обучения [4].

Типичными подходами для решения задач сегментации КБ в бизнес-аналитике являются классификация и кластерный анализ. Однако классификация требует определённых априорных знаний о групповой структуре набора данных, а для обучения классификатора необходимо обучающее множество, где для каждого примера установлена метка класса. Поэтому для классификации может потребоваться значительной объём подготовительной работы. Кроме этого,

неудачное определение классов (например, их дисбаланс в обучающей выборке) часто приводит к некорректной работе классификатора.

Кластеризация обычно не требует предварительных исследований данных и позволяет обрабатывать их «как есть». Кроме этого, классификатор всегда относит любой объект к одному из заранее заданных классов, что не позволяет обнаруживать новые объекты, которые по своим свойствам не укладываются в систему классификации, а образуют новые, ранее неизвестные сегменты. В то же время, кластерные модели эффективно решают эту проблему путём образования новых кластеров. Поэтому применение кластеризации в задачах сегментации КБ более предпочтительны.

Наиболее популярными технологиями кластеризации в ВІ-аналитике являются алгоритм  $k$ -средних, иерархические методы, EM-кластеризация, алгоритмы семейства FOREL, DBSCAN CLOPE и др. Выделить какой-то наиболее универсальный метод, хорошо работающий во всех случаях невозможно – для всех алгоритмов в той или иной степени присуща эвристика, такая как выбор начальных центров кластеров и числа кластеров, которые не позволяют получить точное и единственное решение, а лишь решение, приемлемое в большинстве значимых случаев.

Представляют интерес и нейросетевые методы кластеризации, такие как сети Кохонена, сети адаптивного резонанса и др. Нейронные сети Кохонена используют конкурентное обучение (алгоритм Кохонена). При этом число кластеров, являющееся входным параметром большинства алгоритмов кластеризации, выступает скорее параметром архитектуры нейросетевой модели. Поэтому для решения задачи сегментации КБ телекоммуникационной компании была выбрана кластеризация с помощью сетей Кохонена [5].

Сеть Кохонена – плоскостойкая нейронная сеть, содержащая два слоя: входной (распределительный) и выходной (слой Кохонена). На входной слой поступает вектор весов объекта и распределяется на входы нейронов выходного слоя. При этом сеть функционирует по принципу «победитель получает всё» – выход нейрона, на котором формируется самое высокое выходное значение, устанавливается в 1, а выходы остальных обнуляются. С каждым выходным нейроном связан определённый кластер. Установка выходного нейрона в 1 при подаче на вход сети вектора признаков объекта, «сигнализирует» о его распределении в кластер, связанный с данным нейроном. Число нейронов входного слоя равно числу признаков, а количество выходных нейронов – числу кластеров, которое требуется сформировать.

Для сегментации КБ ТКК был сформирован набор данных, содержащий следующие признаки: возраст клиента, средний расход трафика клиентом в месяц, количество звонков днём, вечером и ночью, число междугородных и международных звонков, звонков на стационарные телефоны, а также количество SMS в месяц. Объем обучающей выборки составил 4500 клиентов. Число кластеров определялось с помощью метода кластерных силуэтов и было выбрано равным  $k=4$  [6]. Соответствующая диаграмма силуэтов кластеров представлено на рис. 1.

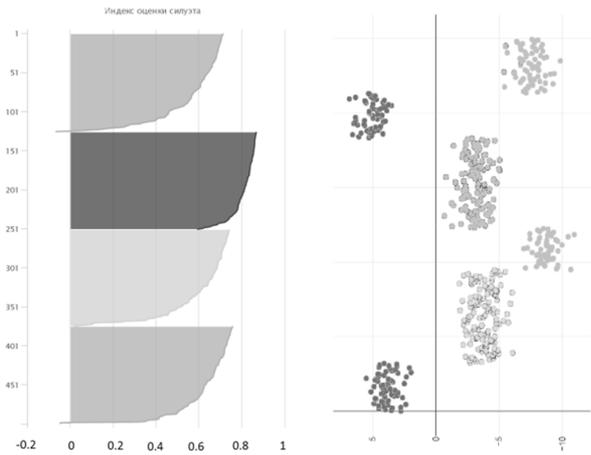


Рис. 1. Диаграммы силуэтов для четырёх кластеров

Согласно методу силуэтов лучшее число кластеров то, которое делает площадь силуэтов кластеров на диаграмме наиболее близкой к 1. Тогда граф сети Кохонена будет иметь вид, представленный на рис. 2.

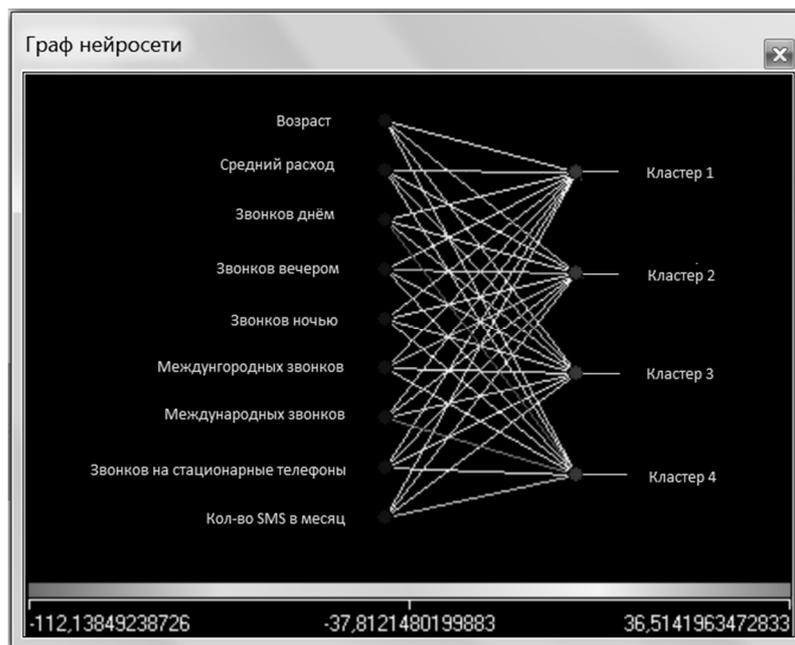


Рис. 2. Граф сети Кохонена

Содержательная интерпретация сформированных кластеров производилась с помощью визуализации профилей кластеров (см. рис. 3).

Метка поля	Т..	Кластер 1	Кластер 2	Кластер 0	Кластер 3	Итого
		2,5%	5,3%	24%	68%	100%
12 Возраст	⊙	44,5	38,7	41,8	42,1	41,9
9,0 Среднемесячный расход	⊙	3520	1720	746	238	523
12 Звонков днем за месяц	⊙	333	164	67	45	64
12 Звонков вечером за месяц	⊙	103	113	92	58	70
12 Звонков ночью за месяц	⊙	20,8	31	9	3	6
12 Звонки в другие города	⊙	27,0	19,4	9,9	6,7	8,7
12 Звонки в другие страны	⊙	2,6	1,5	0,35	0,24	0,4
12 Доля звонков на стационар...	⊙	25,9	15,4	11,2	9,1	10,3
12 Количество SMS за месяц	⊙	10	45	25	18	21

Рис. 3. Профили кластеров по среднему значению признаков

Кластер № 1 содержит 2,5 % клиентов, использующих 56 % трафика. Большая часть звонков производится днём, т.е. в рабочее время. Можно предположить, что в сегмент, образованный кластером №1, попали клиенты – работники бизнесов, которые много разговаривают по телефону в рабочее время. Данный сегмент, несмотря на свою малочисленность, обеспечивает значительное потребление услуг ТКК, а ценность каждого клиента в нём высока. Каждый клиент из этого сегмента потенциально интересен для бизнеса, и средства, потраченные на его привлечение и удержание будут оправданы.

Клиенты из кластера № 2 в целом имеют схожее поведение. Они тоже немногочисленны (всего 5,3 %), но при этом имеют средний возраст на 6 лет меньше, чем в кластере №1, и достаточно высокий уровень потребления услуг (28% трафика). Кластеры №1 и №2 целесообразно объединить в один сегмент, условно назвав его бизнес-сегментом. Кластеры № 0 и № 3 содержат 92 % КБ, но потребление трафика в них всего 16 %, что делает их клиентов малоценными. Число вечерних звонков в данных кластерах выше, следовательно их клиенты меньше используют связь в рабочее время. Поэтому кластеры № 0 и № 3 можно объединить в один сегмент, условно назвав его массовым сегментом. При этом, учитывая малоценность его клиентов, текучесть КБ в нём не является критичной для компании.

Таким образом, сегментация клиентской базы телекоммуникационной компании с использованием кластеризации на основе сети Кохонена позволила обнаружить два сегмента клиентов со сходным потребительским поведением – массовый и бизнес-сегменты. При этом бизнес-сегмент, составляя 7,8% клиентов, обеспечивает 84 % потребления услуг связи. Следовательно, затраты и усилия на маркетинговые кампании целесообразно сосредоточить именно на бизнес-сегменте, поскольку привлечение и удержание одного клиента в нём, эквивалентно нескольким клиентам из массового сегмента.

### Список литературы

1. Паклин Н.Б. *Бизнес-аналитика от данных к знаниям: 2-е изд. испр.* / Н.Б. Паклин, В.И. Орешков. – СПб.: Питер. 2013. – 704 с.
2. <https://wiki.loginom.ru/articles/customer-segmentation.html>
3. Орешков В.И. *Интеллектуальный анализ данных (учебное пособие)* / В.И. Орешков. – РГРТУ, Рязань, 2016. – 160 с.
4. Бакулева М.А. *Интеллектуальные системы и нечеткая логика* / М.А. Бакулева, В.П. Корячко, В.И. Орешков. – М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2017. – 352 с.
5. Васильев Е.П. *Кластеризация данных на основе самоорганизующихся карт признаков в задачах управления в социально-экономических системах* / Е.П. Васильев, В.И. Орешков // *Вестник Рязанского гос. радиотехнического университета.* – Рязань: РГРТУ, – 2013. – № 2(44). – С. 107–114.
6. Орешков В.И. *Кластерные силуэты* / В.И. Орешков, Н.Б. Паклин // *Сб. научн. тр. XX Международной науч.-практ. конф. «Системный анализ в проектировании и управлении».* – СПб.: Изд-во ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический ун-тет Петра Великого». – 2016. – С. 314-321.

# МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТАБЛИЦ СВОЙСТВ ВОДЫ И ВОДЯНОГО ПАРА

Э.Ю. Щепетильников  
г. Ногинск

*Аннотация.* Статья описывает методику разработки и структуру компьютерного пакета программ расчёта термодинамических свойств воды и водяного пара на основе скелетных интерполяционных таблиц. В качестве базовых переменных приняты давление и температура. Процедуры генерации таблиц и интерполяции свойств по ним могут быть распространены на другие вещества.

Существует множество компьютерных программ, в первую очередь коммерческих, расчёта термодинамических свойств рабочих тел тепловой энергетики, солидная часть которых основана на Формуляциях IAPWS-97 [1]. Негласная позиция IAPWS [2] – не отдавать предпочтение ни одной из них.

Серьёзным препятствием для разработки разного рода программ теплофизических расчётов и моделирования в некоммерческой же среде (студенты, аспиранты, независимые исследователи) является необходимость иметь в их составе модуль ТДС рабочего тела (рабочих тел). Однако, не смотря на некоторую трудоёмкость и ответственность, технически разработка Модуля ТДС на основе Формуляций, особенно с учётом рекомендаций [3, 4, 5, 6], не представляет запредельных сложностей.

Так для программного комплекса ДЕКАРТ/СУСАНИН [7] на языке программирования Fortran-2008 разработан программный пакет ТДС воды и водяного пара SWTOP.

Этапы обобщённой методики разработки (автор ни в коем случае не претендует на её уникальность) Модуля таковы (рис. 1):

- 1) программирование уравнений свойств по Формуляциям, сведение их в программную Библиотеку №1;
- 2) проверка Библиотеки №1 по контрольным точкам Формуляций, кросс-верификация по альтернативным реализациям;
- 3) опционально – разработка и программирование процедур расчёта ТДС по парам аргументов, не предусмотренных Формуляциями;
- 4) сведение расчётных процедур в единый комплекс управляющей программы для работы в пакетном и/или интерактивно-справочном режиме;
- 5) разработка программы-«генератора» Таблиц на основе Библиотеки №1;
- 6) расчёт Таблиц программой-«генератором» в виде сеточных функций от входных массивов пар  $(p, T)$ , задающих узлы-аргументы; сохранение их во внешнем файле;
- 7) разработка процедур загрузки Таблиц из внешнего файла в память компьютера, обратной и прямой интерполяции для нахождения значений ТДС в пределах сгенерированных Таблиц (Библиотека №2);

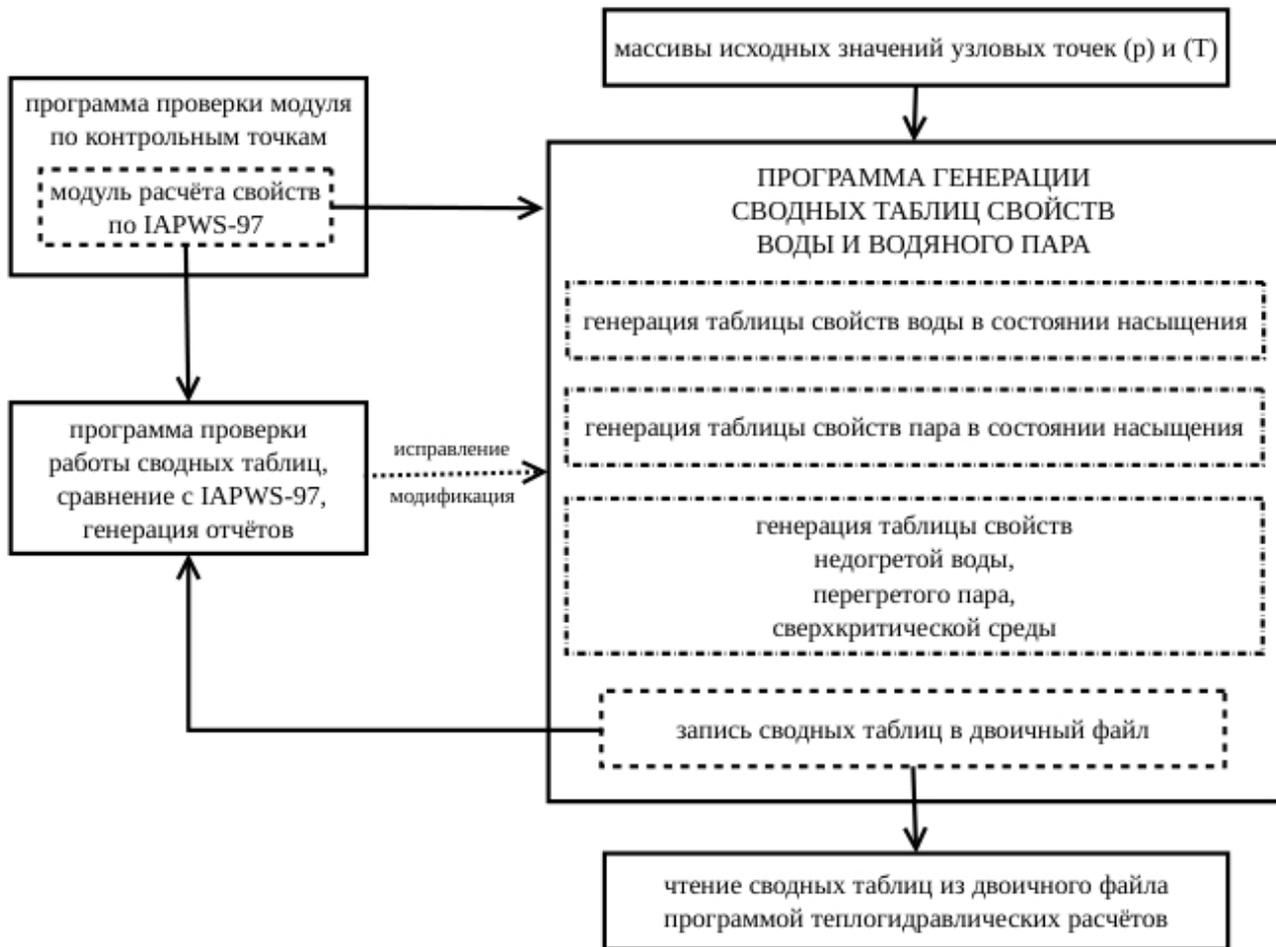


Рис. 1. Блок-схема генерации таблиц термодинамических свойств

8) при необходимости повышения точности вычисления ТДС по интерполяциям, разработка процедур интерполяции более высоких «порядков» – переход от линейных к кусочно-интервальным квадратичным и/или кубическим сплайнам.

Нахождение ТДС по сгенерированным и сохранённым таблицам происходит следующим образом (рис. 2):

1) по поисковой паре переменных ( $x_1, x_2$ ) базовыми же процедурами поиска локализуется ячейка (её номера-индексы) с опорными интерполяционными значениями базовой пары «давление-температура» ( $p_i, T_j$ ). Если входные поисковые пары не являются парой «давление-температура» (например, «давление-объём», «энергия-объём» и т.п.), такие варианты требуют разработки дополнительных вспомогательных поисковых процедур. Так, для применения в ДЕКАРТе используется пара «давление-энергия»;

2) процедурами обратной интерполяции по опорным (сеточным) значениям «давление-температура» и значениям поисковой пары входных значений находятся искомые значения давления и температуры ( $p, T$ );

3) и теперь прямой интерполяцией по ( $p_i, T_j, p, T$ ) находятся недостающие значения ТДС для поисковой входной пары значений.

Применение пакета ТДС распадается на две программно изолированные стадии: «генерация» Таблиц и их использование.

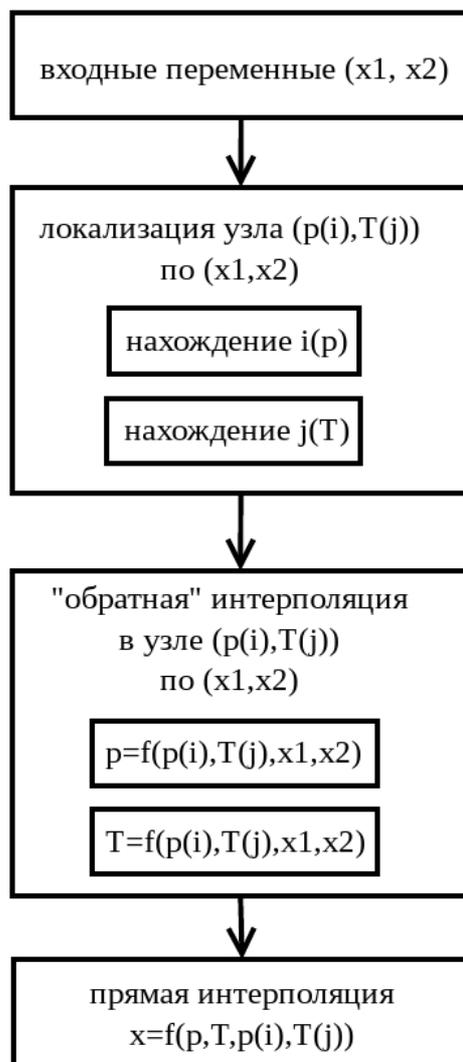


Рис. 2. Интерполяция термодинамических свойств в пределах таблиц

При этом вторая стадия (на базе универсальной Библиотеки №2) не зависит от специфической для конкретного вещества Библиотеки №1 и может быть обобщена на широкий ряд материалов, за исключением особых (сверхтекучий гелий и т.п.).

Кроме вычислительной эффективности, к достоинствам «табличного» метода можно отнести следующие:

- 1) одновременное вычисление всего кластера ТДС, а не одной величины;
- 2) возможность добавления мини-(микро-)таблиц для особых подобластей ТДС (типа критической точки);
- 3) расширение при необходимости за счёт включения таблиц частных производных первого и второго (и т.д.) порядков;
- 4) включение – при необходимости анализа неопределённости – таблиц погрешностей расчёта свойств.

За счёт общности вида и структуры базовых таблиц в виде сеточных функций, для повышения точности расчёта ТДС (не только воды и водяного пара, но и других веществ) можно сосредоточиться на улучшении процедур обратной и прямой интерполяции (аппроксимации), а источником данных для построения таблиц ТДС могут служить не только математические Формуляции, но и непосредственно экспериментальные данные разного рода.

Таким образом, для использования ТДС «нового» вещества – при условии принятия пары  $(p, T)$  в качестве базовых аргументов – нужно только создать для него соответствующую Библиотеку №1 и расширить программу-"генератор" для расчёта новых Таблиц, а для интерполирования использовать общую Библиотеку №2.

При этом список Таблиц – и что особенно важно, их использование с помощью единых вызовов в рамках управляющих программ теплофизических расчётов - легко может расширяться в рамках единого подхода.

### Список литературы

1. *Revised Release on the IAPWS Industrial Formulation 1997 for the Thermodynamic Properties of Water and Steam // IAPWS R7-97, 2012*
2. Александров А.А. Свойства воды и водяного пара: сетевые, открытые, интерактивные IT-ресурсы / А.А. Александров, К.А. Орлов, А.В. Очков, В.Ф. Очков // *Теплоэнергетика*. – 2015. – № 5. – С. 71-80.
3. *Guide on the Fast Calculation of Steam and Water Properties with the Spline-Based Table Look-Up Method (SBTL) // IAPWS G13-15, 2015.*
4. R.A. Berry, H.-J. Kretschmar, U. Gampe, R.C. Martineau, M. Kunick. *Application of the new IAPWS Guideline on the fast and accurate calculation of steam and water properties with the Spline-Based Table Look-Up Method (SBTL) in RELAP-7 // INL/JOU-17-41169-Revision-0. Idaho National Laboratory, 2017.*
5. De Lorenzo M. *Modelisation et Simulation Numerique des Ecoulements Diphasiques Metastables. These de doctorate de l'Universite Paris-Saclay, 2018.*
6. Davis C.B. *Accuracy Based Generation of Thermodynamic Properties for Light Water in RELAP5-3D // INL/CON-10-19033, Idaho National Laboratory, 2010.*
7. Щепетильников Э.Ю. *Количественная оценка неопределённости (СУСАНИН) моделирования (ДЕКАРТ) истечения вскипающей жидкости. Предварительные результаты / Э.Ю. Щепетильников // Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии (XXII Бенардосовские чтения): материалы МНТК, посвящённой 75-летию теплоэнергетического факультета. – Иваново: Изд-во ИГЭУ, 2023. – Том 2. – С. 149-155.*

## ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Е.А. Хайруллина, О.Н. Иванова  
ФГБОУ «УУНиТ»,  
г. Уфа

**Аннотация.** В данной статье определена необходимость цифровизации процесса управления запасами на предприятии. Описана актуальность необходимости запаса и его роль в деятельности предприятия. Проанализированы информационные технологии, применяемые в решение логистических задач по управления запасами на предприятии, а также осуществлен анализ внедрения автоматизации процессов управления запасов в России на предприятиях.

**Ключевые слова:** управление запасами, логистика, цифровизация, материальные запасы.

Одним из главных условий успешного функционирования компании является организация эффективного использования производственных запасов, наиболее важной части оборотного капитала. Самая важная часть оборотного капитала-товарно-материальные запасы – это негативные факторы, такие как инфляция и низкий уровень платежеспособности [1].

Многие компании вынуждены менять свою политику управления запасами. Обоснование необходимости проведения производственных запасов. Необходимость поиска новых источников пополнения, изучения вопросов эффективности. В связи с этим они используются для производства большинства отечественных продуктов. Рациональное использование системы варьируется от компании к компании [2,3].

За последние 3 года понятие «цифровизация» возымело широкую огласку. Современный мир близится к наступлению цифровизации, то есть программируемые процессы, дополненная действительность обязаны устроить нашу жизнь важно проще, а ненастоящий разум и решительно в возможности поменяет людей. Становление цифровизации еще набирает обороты в логистике. Цифровая логистика – это управление вещественными струями и другими сопутствующими струями с целью их оптимизации с поддержкой использования передовых созданных информационных технологий [4].

На рисунке 1 представлены факторы, препятствующие к переходу на цифровизацию [5].

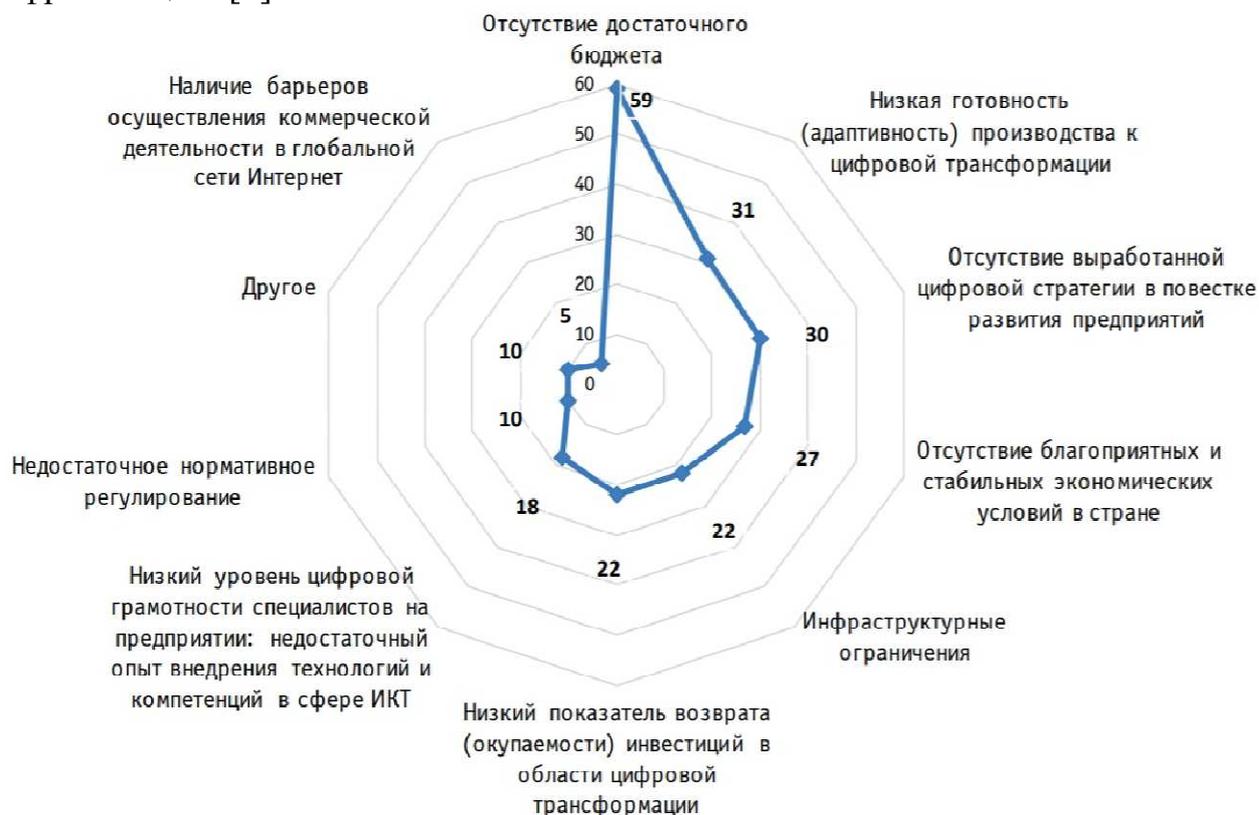


Рис. 1. Факторы

Также проведено исследование, позволяющие оценить уровень цифровизации в области управления запасами на предприятиях России.

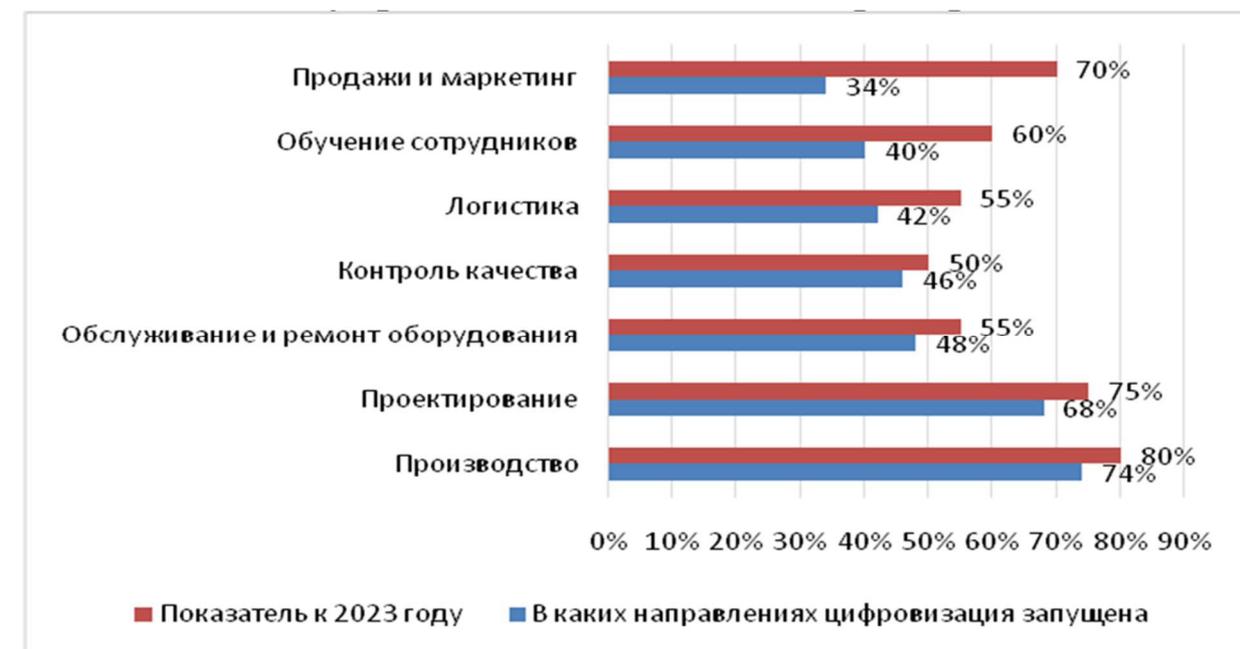


Рис. 2. Степень цифровизации российских предприятий в отдельных направлениях

Согласно данным, степень цифровизации увеличивается. В логистике планируется повышение на 13 %.

На примере конкретного предприятия предлагается внедрить программный продукт «1С:ERP. Управление холдингом».

Для планирования запасов в «1С:ERP. Управление холдингом» используется подсистема «Бюджетирование и планирование». «Бюджетирование» – для составления бюджетов, контроля финансовых потоков. «Планирование» – для составления товарных планов и управления запасами.

«1С:ERP. Управление холдингом» позволяет планировать следующие процессы [6]:

1. продажи;
2. производство;
3. закупки;
4. сборка и разборка товаров;
5. прогнозирование остатков;
6. внутреннее потребление товаров.

Управление складом и запасами

Для процесса управления складом предусмотрены следующие возможности [6]:

1. использование складов различной топологии, в том числе с выделением помещений и рабочих участков;
2. разделение областей хранения в соответствии со складскими группами (молоко, рыба, мороженое, мебель и т.д.);
3. возможность документального оформления отдельных складских операций ордерами независимо от оформления соответствующих финансовых документов;
4. справочное ведение учета товаров на уровне складских ячеек;
5. адресное хранение товаров на уровне складских ячеек с поддержкой различных стратегий оптимизации размещения и отбора;

6. автоматизация внутреннего перемещения товаров;
7. автоматизация внутреннего потребления;
8. отражение операций сборки и разборки товаров;
9. проведение и отражение результатов инвентаризации товаров на складах;
10. поддержка терминалов сбора данных с использованием мобильного рабочего места кассира;
11. серийный учет товаров;
12. управление запасами и поддержание складского остатка;
13. возможность обособленного учета запасов на складах.

На рисунке 3 представлен алгоритм анализа поставок в программе 1С.



Рис. 3. Алгоритм

На рисунке 4 представлено информационное взаимодействие на предприятии.



Рис. 4. Процессы и их участники

На основании проведенного исследования можно сделать вывод, что развитие цифровизации управления запасами играет значительную роль в управлении всей деятельностью предприятия и позволяет компании отслеживать товар, который хранит наличие необходимого им товара, то есть показана только самая актуальная информация о наличии товара, благодаря связке B2B платформы и ERP системы (в России – это как правило 1С). С помощью 1С, можно также контролировать запасы, основываясь на данных о продажах за предыдущие периоды (как краткосрочные, так и данные по предыдущим годам).

### Список литературы

1. Григорьев М.Н. *Логистика. Продвинутый курс. В 2 ч. Часть 1: учебник для вузов / М.Н. Григорьев, А.П. Долгов, С.А. Уваров. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2022. – 472 с*
2. Аникин Б.А. *Логистика производства: теория и практика: учебник и практикум для вузов / Б.А. Аникин, Р.В. Серышев, В.А. Волочиенко; ответственный редактор Б.А. Аникин. – М.: Издательство Юрайт, 2021. – 454 с.*
3. Кондрашова Ю. *Методика совершенствования логистических процессов с помощью цифровых технологий / Ю. Кондрашова // Логистика. – 2019. – № 11. – С. 10-13.*
4. Тарасов Д.Э. *Информационные системы и технологии в логистике: информационно-аналитическая поддержка управленческих решений: учеб. пособие / Д.Э. Тарасов, О.Ф. Быстров; под ред. О.Ф. Быстрова; Рос. ун-т трансп. (МИИТ). – М.: РУСАЙНС, 2018. – 104 с.*
5. Афанасенко И.Д. *Цифровая логистика / И.Д. Афанасенко, В.В. Борисова. – Санкт-Петербург: Питер, 2019. – 269 с.*
6. 1С:ERP. *Управление холдингом URL: <https://v8.1c.ru/crm-erp/upravlenie-skladom-i-zapasami-crm-erp/> (дата обращения 17.01.2022).*

## ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА БЛОЧНОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ ИЗОПРЕНА

К.О. Шабанов, В.А. Боровков, Ю.П. Юленец  
Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет),  
г. Санкт-Петербург

*Аннотация.* Предложена модель динамики процесса блочной полимеризации изопрена. Модель описывает изменение во времени и по высоте слоя температуры реакционной смеси и конверсии в реакторе периодического действия с неподвижным слоем и охлаждаемой рубашкой. Получена передаточная функция реактора по каналу управления «температура хладагента-температура реакционной смеси».

Блочная полимеризация (полимеризация в массе) осуществляется в среде самого мономера в присутствии инициаторов или катализаторов. Тем самым предопределяется чистота синтезируемого полимера. Блочная полимеризация

является наиболее простой технологией и позволяет на 70-80 % сократить металлоемкость и энергоемкость оборудования [1,2].

Очевидно также, что данная технология не требует применения аппаратуры для рецикла растворителей. Рациональным аппаратурным оформлением процесса блочной полимеризации изопрена являются реакторы периодического действия с неподвижным тонким слоем реакционной смеси (полимеризационные формы), в которых во время полимеризации не происходит перемешивания реагентов, и продукт получается в виде готового изделия-блока [1]. Настоящая работа продолжает цикл исследований в области блочной полимеризации изопрена и ставит своей целью анализ динамических свойств химического реактора как первый этап решения задачи автоматического управления объектом.

Каталитический процесс блочной полимеризации изопрена в реакторе периодического действия с неподвижным слоем описывается уравнениями с распределенными по высоте параметрами [3]:

$$c_p \rho \frac{\partial T}{\partial \tau} = \lambda \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + Qz \exp\left(-\frac{E}{RT}\right)(1-U)[M]_0, \quad (1)$$

$$\frac{\partial U}{\partial \tau} = z \exp\left(-\frac{E}{RT}\right)(1-U), \quad (2)$$

с начальными и граничными условиями:

$$T|_{\tau=0} = T_H, \quad U|_{\tau=0} = 0, \quad \frac{\partial T}{\partial x}|_{x=x_0} = T_R, \quad \frac{\partial T}{\partial x}|_{x=0} = 0. \quad (3)$$

Здесь  $T$ ,  $T_0$  – соответственно локальная и начальная температуры реакционной смеси (мономера и катализатора);  $x$  – текущая по высоте слоя координата;  $c_p, \rho, \lambda$  – соответственно удельная теплоемкость, плотность и коэффициент теплопроводности реакционной смеси;  $\tau$  – время;  $Q$  – удельная теплота полимеризации;  $U$  – конверсия (степень превращения мономера в полимер), равная  $U = \frac{[M]_0 - [M]}{[M]_0}$ ,  $[M]_0, [M]$  – соответственно начальная и текущая

концентрации мономера в смеси;  $T_R$  – температура хладагента, циркулирующего в рубашке реактора;  $x_0$  – высота слоя;  $R$  – универсальная газовая постоянная;  $z$  – предэкспоненциальный множитель уравнения Аррениуса.

Согласно (1) – (3) температура хладагента  $T_R$  считается равной температуре стенки реактора  $T_w$ .

Введем обозначения:

$$a = \frac{\lambda}{c_p \rho}, \quad A = \frac{Qz[M]_0}{c_p \rho} \quad \text{и} \quad B = \frac{E}{R}.$$

Тогда вместо (1) можно записать

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + A \exp\left(-\frac{B}{T}\right)(1-U). \quad (4)$$

В отличие от непрерывных процессов задача управления периодическими процессами заключается в проведении процесса по заданной программе, например, в изменении температуры в реакторе по определенному закону.

Обозначим некоторые программные значения переменных индексом «0» и запишем уравнения (1) и (2) в отклонениях от заданного программного режима. В процессе автоматического регулирования должно выполняться:

$$T = T_0 + \Delta T, \quad U = U_0 + \Delta U, \quad (5)$$

где  $\Delta T$  и  $\Delta U$  – переменные во времени отклонения параметров  $T$  и  $U$  от их заданных (программных) значений  $T_0$  и  $U_0$ .

В программном режиме процесса уравнение (4) имеет вид:

$$\frac{\partial T_0}{\partial \tau} - a \frac{\partial^2 T_0}{\partial x^2} = A \exp\left(-\frac{B}{T_0}\right) (1 - U_0). \quad (6)$$

Далее, учитывая (5), перепишем уравнение (4) в отклонениях, разложив его правую часть в ряд Тейлора. При этом ограничиваемся бесконечно малыми первого порядка. Получим линеаризованное уравнение динамики для температуры

$$\begin{aligned} \frac{\partial T_0}{\partial \tau} + \frac{\partial \Delta T}{\partial \tau} - a \left( \frac{\partial^2 T_0}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 \Delta T}{\partial x^2} \right) &= A \exp\left(-\frac{B}{T_0}\right) (1 - U_0) + \\ &+ (1 - U_0) \frac{AB}{T_0^2} \exp\left(-\frac{B}{T_0}\right) \Delta T - A \exp\left(-\frac{B}{T_0}\right) \Delta U. \end{aligned} \quad (7)$$

Теперь из уравнения динамики (7) вычтем почленно уравнение программного режима (6):

$$\frac{\partial \Delta T}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 \Delta T}{\partial x^2} + \frac{AB}{T_0^2} \exp\left(-\frac{B}{T_0}\right) (1 - U_0) \Delta T - A \exp\left(-\frac{B}{T_0}\right) \Delta U. \quad (8)$$

Введем новые обозначения:  $a_t = \frac{AB}{T_0^2} \exp\left(-\frac{B}{T_0}\right) (1 - U_0)$ ,  $a_u = -A \exp\left(-\frac{B}{T_0}\right)$

и перепишем уравнение (8) в более компактном виде

$$\frac{\partial \Delta T}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 \Delta T}{\partial x^2} + a_t \Delta T + a_u \Delta U. \quad (9)$$

Выполнив аналогичную процедуру применительно к уравнению (2), получим линеаризованное уравнение динамики для конверсии

$$\frac{\partial \Delta U}{\partial \tau} = b_t \Delta T + b_u \Delta U, \quad (10)$$

где  $b_t = \frac{zB}{T_0^2} \exp\left(-\frac{B}{T_0}\right) (1 - U_0)$ ,  $b_u = -z \exp\left(-\frac{B}{T_0}\right)$ .

Применим теперь к уравнениям (9) и (10) преобразование Лапласа при нулевых начальных условиях:

$$pt = a \frac{d^2 t}{dx^2} + a_t t + a_u u, \quad (11)$$

$$pu = b_t t + b_u u, \quad (12)$$

где  $p$  – оператор Лапласа;  $t$  и  $u$  – изображения переменных  $\Delta T$  и  $\Delta U$  по Лапласу.

Выразим  $u$  из уравнения (12)

$$u = \frac{b_t t}{p - b_u}$$

и подставим его в (11). Получим обыкновенное дифференциальное уравнение для изображения температуры  $t$ :

$$\frac{d^2 t}{dx^2} + \frac{t}{a} \left( a_t - p + a_u \frac{b_t}{p - b_u} \right) = 0. \quad (13)$$

Решение для (13) необходимо искать с использованием граничных условий

$$\left. \frac{\partial t}{\partial x} \right|_{x=0} = 0, \quad t \Big|_{x=x_0} = t_s. \quad (14)$$

Характеристическое уравнение для (13) имеет вид:

$$\mu^2 + \frac{1}{a} \left( a_t - p + a_u \frac{b_t}{p - b_u} \right) = 0, \quad (15)$$

откуда  $\mu_{1,2} = \pm \mu$ ,

$$\mu = \sqrt{\frac{1}{a} \left( p - a_t - a_u \frac{b_t}{p - b_u} \right)}. \quad (16)$$

Общее решение уравнения (13) имеет вид

$$t = C_1 e^{\mu_1 x} + C_2 e^{\mu_2 x}. \quad (17)$$

Константы интегрирования определяются из граничных условий (14):  $C_1 = C_2 = C$ .

Теперь можно записать передаточную функцию объекта по каналу управления «температура реакционной смеси – температура хладагента в рубашке реактора»:

$$W(p) = \frac{t}{t_s} = \frac{e^{\mu x} + e^{-\mu x}}{e^{\mu x_0} + e^{-\mu x_0}}. \quad (18)$$

Управляющим параметром объекта является температура хладагента в рубашке. Управляемым параметром целесообразно принять температуру верха слоя в реакторе ( $T \Big|_{x=0} = T_T$  и  $t \Big|_{x=0} = t_{st}$ ), контролировать которую можно дистанционным способом с помощью ИК-термометра. Тогда передаточная функция (18) упрощается и приобретает вид

$$W(p) = \frac{2}{e^{\mu x_0} + e^{-\mu x_0}} = \frac{1}{\text{ch}(\mu x_0)}. \quad (19)$$

### Список литературы

1. Рейхсфельд В.О. Реакционная аппаратура и машины заводов основного органического синтеза и синтетического каучука / В.О. Рейхсфельд, В.С. Шеин, В.И. Ермаков. – Ленинград: Химия, 1985. – 264 с.

2. Елфимов В.В. Полимеризация изопрена в массе в аппаратах с неподвижным слоем реакционной смеси / В.В. Елфимов, А.В. Марков, Ю.П. Юленец // Высокомолекулярные соединения. Сер. Б. 2016. – Т.58. – №3. – С.238-235.

3. Юленец Ю.П. Повышение эффективности реакторов для блочной полимеризации изопрена / Ю.П. Юленец, А.В. Марков, Д.А. Краснобородько // Журнал прикладной химии, 2020. – №7. – С.988-995.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМА ВЫБРОСА ГАЗА ПРИ СРАБАТЫВАНИИ СБРОСНОГО КЛАПАНА В ПУНКТЕ РЕДУЦИРОВАНИЯ ГАЗА

П.Г. Алексеева  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Представлена математическая модель определения объемов выброса газа через предельные сбросные клапаны. Представлена структура взаимосвязи основного сценария программного модуля для решения данной задачи.

*Ключевые слова:* сбросной клапан, данные телеметрии, пункт редуцирования газа, нейрокompьютер, информационно измерительная и управляющая система.

Математическая модель реализации модуля по параметру срабатывание сбросного клапана основана на вычислении объема сброса газа для каждого момента времени по метке времени данных телеметрии с последующим умножением на время продолжения периода открытого состояния клапана до следующей метки времени данных телеметрии с контролем продолжительности периода. При этом для повышения точности и достоверности информации аналитический блок определяет и исключает шумовые выбросы значений и периоды продолжительностью более контрольных значений.

Модель представляется, как трехмерное Декартово пространство, где координаты  $x$  и  $y$  представлены в виде узловых исходных данных таблицы (режимное номинальное давление на линии, в Па и показатель давления на датчике, в Па), а координата  $z$  – искомое значение объема сброса через ПСК, в м<sup>3</sup>/час. Координата  $x$  (режимное давление) при вычислении принимается как константа, координата  $y$  (текущее давление) – подается на вход модели как переменная, из базы данных телеметрии, с учетом метки времени и, при необходимости, с пересчетом из мм.вд.ст в Па. Искомое значение  $z$  вычисляется из исходных данных методом билинейной интерполяции, по формуле:

$$F(x,y)=b_1+b_2*x+b_3*y+b_4*x*y \quad (1)$$

где  $b_1=f(N_x,N_y)$  ;  $b_2=f(N_x+1,N_y)- f(N_x,N_y)$  ,

где

$$b_3=f(N_x,N_y+1)-f(N_x,N_y) ; \quad (2)$$

$$b_4=f(N_x,N_y)-f(N_x+1,N_y)- f(N_x,N_y+1)+f(N_x+1,N_y+1) , \quad (3)$$

а  $f(N_x,N_y)$  – паспортные табличные значения параметров регулятора в узлах пересечений по порядку, считая от верхнего левого узла характеристик; а  $N_x$  и  $N_y$  - номер строки/столбца параметров, куда попадает исходная точка по их минимуму. Для каждого конкретного применяемого регулятора в пункте редуцирования газа параметры вводятся в базу данных нейрокompьютера и блока аналитики.

Таким образом, по исходным данным  $x$  и  $y$ , в первую очередь определяется квадрант интерполяции, куда попадает вычисляемая точка, а затем, по формуле (1) вычисляется искомое значение  $z=F(x,y)$ .

Некорректными считаются значения  $y$ , которые превышают номинальное категорированное давление сетей низкого, среднего и высокого давлений и, таким

образом, выходят за пределы допустимых значений исходных переменных параметров регулятора. В процессе работы программы такие значения телеметрии в информационно-измерительной и управляющей системе не учитываются в расчете, как выбросы.

На рис. 1 представлена взаимосвязь основного сценария программного модуля для выходной сети низкого давления.

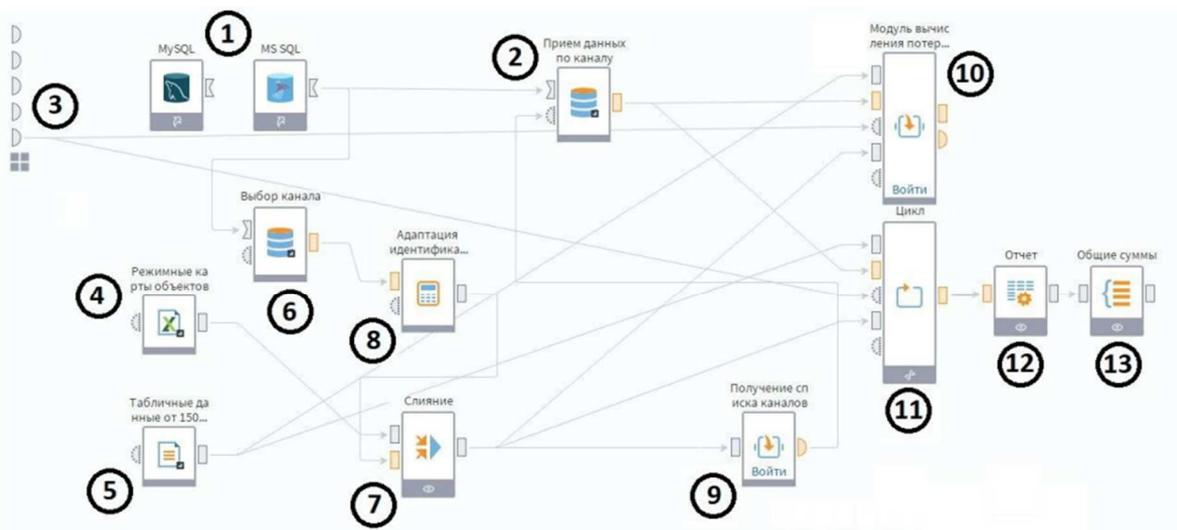


Рис. 1. Взаимосвязь основного сценария программного модуля

Условные обозначения взаимосвязи компонентов основного сценария программного модуля:

1. Компоненты коннекта программного модуля с базой данных (из действующей базы на MySQL и копии данных контрольных объектов из нее на MSSQL – в данном случае приём ведется из тестовой базы-зеркала основной на MSSQL);

2. Компонент импорта основного набора анализируемых данных из базы данных в программный модуль по условиям, обозначенным в форме запроса TSQL;

3. Источник основных контрольных переменных: начало периода приёма данных и ограничение по верхнему пределу давления (см. условия математической модели) – в данном случае 5000 Па;

4. Исходные данные – режимные карты объектов (приводится в разделе основных исходных данных);

5. Данные таблицы паспортных характеристик регулятора;

6. Компонент импорта данных по каналам низкого давления контрольных объектов для последующего соединения с данными режимных карт и формирования запроса TSQL компонента 2 исключительно по необходимым для анализа каналам;

7. Компонент слияния данных о каналах низкого давления с данными таблицы режимных карт;

8. Компонент обработки данных по каналам низкого давления контрольных объектов в дискретное целочисленное представление (адаптация данных из базы к внутренним правилам представления данных «Логинном»);

9. Получение списка требуемых для анализа каналов для формирования запроса данных по ним в компоненте 2. (на выходе компонента – готовый SQL запрос условия выборки);

10. Основной программный компонент – подмодель расчета сброса через ПСК с данными исходных таблиц по каналам низкого давления контрольных объектов, базовыми переменными, данными режимных карт и паспортных данных регулятора на входе компонента и суммарными данными по сбросам отдельного объекта – на выходе;

11. Компонент цикла – подающий на выполнение компонента 10 последовательно данные отдельных контрольных объектов и объединяющий данные выхода в итоговую таблицу;

12. Компонент визуализации итогов вычислений по контрольным объектам в единой сводной таблице;

13. Компонент суммирования показателей сброса газа через ПСК отдельных объектов для подведения итогов сброса по группе объектов.

За период наблюдения за рядом взаимосвязанных объектов газораспределительной сети от одного из ГРС было выявлено значительного количество срабатывания сбросных клапанов по низкому давлению. В особенности это наблюдалось при переходных периодах зима-лето, день-ночь. Выброс природного газа в атмосферу оказывает негативное влияние как на экологическую составляющую, так и на экономическую составляющую в части незапланированных и не выгодных затрат газораспределительных организаций.

Контроль и прогноз срабатывания сбросных клапанов позволит своевременно акцентировать внимание на необходимость уточнение настроек оборудования пунктов редуцирования газа.

### **Список литературы**

1. Алексеева П.Г. *Создание единой системы цифровых двойников на объектах распределения природного газа с применением нейросетевых технологий* / П.Г. Алексеева, В.М. Панарин, А.А. Маслова // *Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика.* – 2022. – № 7. Измерения, контроль, диагностика, стр. 1-6.

2. *Диагностика, мониторинг технического состояния, экологическая диагностика и управление состоянием газопроводов при обеспечении надёжности, безопасности и управляемости транспортом газа* / Под ред. В.Е. Костюкова. – Нижний Новгород: Изд-во ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2007. – 204 с.

3. . Панарин В.М. *Информационно-измерительная система прогнозирования и предупреждения аварийных выбросов газа в атмосферу* / В.М. Панарин, Л.Э. Шейнкман, А.А. Маслова, Г.Ю. Царьков, К.В. Гришаков, Н.А. Рыбка // *Экология и промышленность России.* – 2020. – Т. 24, № 5. – С. 9-13.

4. Панарин В.М. *Особенности профилактики аварий на объектах газораспределительного комплекса* / В.М. Панарин, Н.А. Рыбка, А.А. Маслова, Г.Ю. Царьков // *Промышленные АСУ и контроллеры.* – 2018. – № 5. – С. 58-62.

# РОЛЬ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ В УСТОЙЧИВОМ РАЗВИТИИ КОМПАНИЙ

С.А. Калюка<sup>1</sup>, О.В. Гришакова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Финансовый университет при правительстве Российской Федерации»,  
г. Москва

<sup>2</sup> Тульский государственный университет,  
г. Тула

***Аннотация.** Статья рассматривает основные принципы климатических проектов, таких как снижение выбросов, энергоэффективность, возобновляемая энергия и управление водными ресурсами. Обсуждается их роль в снижении негативного воздействия компаний на окружающую среду и достижении климатических целей, установленных международными организациями. Особое внимание уделяется взаимодействию климатических проектов с финансами компаний и их влиянию на экономическую устойчивость и прибыльность.*

Проблема изменения климата и обеспечения устойчивого развития приводит к появлению новых вызовов и возможностей для компаний в различных отраслях. В этом контексте, климатические проекты играют важную роль в обеспечении финансового состояния и стабильности компаний, а также их устойчивого развития. В данной статье мы проведем анализ влияния климатических проектов на финансовое состояние компаний, а также представим успешные примеры реализации таких проектов.

Основной целью исследования является изучение роли климатических проектов в обеспечении финансового состояния и стабильности компаний, а также их вклада в устойчивое развитие.

Задачи исследования:

1. Анализ влияния климатических проектов на финансовое состояние компаний.
2. Изучение успешных примеров реализации климатических проектов и их влияния на финансовые показатели.
3. Оценка влияния климатических проектов на стабильность и устойчивость компаний.
4. Идентификация финансовых рисков, связанных с реализацией климатических проектов.
5. Изучение инструментов управления рисками, ассоциированными с климатическими проектами.

Тема роли климатических проектов в устойчивом развитии компаний является актуальной в свете всё возрастающей необходимости сокращения выбросов парниковых газов, борьбы с изменением климата и достижения устойчивого развития. Компании сталкиваются с растущими требованиями общества, клиентов и инвесторов относительно экологической ответственности и устойчивости своих деятельности. Таким образом, изучение роли климатических проектов в контексте финансового состояния и стабильности компаний является актуальной и насущной задачей.

Для достижения поставленных задач в данном исследовании будут использованы следующие методы:

1. Анализ литературных источников, научных статей и публикаций, касающихся роли климатических проектов и их влияния на финансовое состояние компаний.

2. Статистический анализ данных, чтобы выявить связь между реализацией климатических проектов и финансовыми показателями компаний.

3. Сравнительный анализ успешных реализаций климатических проектов в разных отраслях, чтобы выявить общие факторы успеха и долгосрочные эффекты на финансовое состояние компаний.

Комбинация этих методов исследования позволит провести всесторонний анализ роли климатических проектов в устойчивом развитии компаний, их влияния на финансовые показатели и стабильность компаний, а также выявить риски и инструменты управления ими.

Климатический проект определяется как инновационный проект, направленный на сокращение выбросов парниковых газов, энергоэффективность, использование возобновляемых источников энергии, а также адаптацию к изменению климата. Основная цель таких проектов – снижение негативного влияния компаний на окружающую среду и достижение устойчивого развития.

Климатические проекты играют важную роль в достижении целей устойчивого развития. Они направлены на преодоление проблем глобального изменения климата и для обеспечения сохранения природных ресурсов, улучшения качества окружающей среды и общественного благосостояния. Реализация климатических проектов способствует достижению таких глобальных целей, как Соглашение Парижской конференции по изменению климата и Цели устойчивого развития ООН.

Значение климатических проектов для экономической устойчивости компаний заключается в нескольких аспектах. Во-первых, реализация таких проектов позволяет компаниям снизить накладные расходы на энергию и ресурсы. Например, эффективное использование энергии и переход на возобновляемые источники энергии может помочь сократить операционные расходы компании и повысить конкурентоспособность на рынке.

Кроме того, климатические проекты влияют на экологическую устойчивость компаний. Уменьшение выбросов парниковых газов, использование чистых и экологически безопасных технологий и материалов положительно влияет на экологический след компании и ее репутацию. Компании, осуществляющие климатические проекты, могут привлечь больше клиентов и инвесторов, которые придают значение экологическому и устойчивому развитию.

Следует также отметить социальную значимость климатических проектов. Предприятия, заботящиеся о климате и окружающей среде, вносят вклад в общественное благо и улучшение жизни людей. Создание «зеленых рабочих мест», как результат реализации климатических проектов, способствует устойчивому развитию местных сообществ и помогает улучшить качество жизни и благополучие людей.

Таким образом, климатические проекты имеют важное значение для достижения устойчивого развития компаний. Они влияют на экономическую

устойчивость посредством снижения расходов и повышения конкурентоспособности, экологическую устойчивость через сокращение выбросов парниковых газов и улучшение репутации, а также социальную устойчивость через создание рабочих мест и благополучие местных сообществ.

Анализ изменений финансовых показателей компаний после реализации климатических проектов является важным шагом для понимания влияния таких проектов на финансовое состояние и стабильность предприятия. Для оценки этого влияния рассмотрим такие финансовые показатели, как прибыль, оборотный капитал, операционные расходы и капитальные вложения компании.

Влияние климатических проектов на прибыль компании является одним из основных аспектов, требующих изучения. Реализация климатических проектов, таких как энергоэффективные технологии, использование возобновляемых источников энергии и управление отходами, может привести к сокращению расходов на энергию и ресурсы. Это в свою очередь может повысить рентабельность компании и улучшить ее финансовое состояние. Например, компании, осуществляющие энергетическую эффективность, могут снизить операционные расходы и улучшить свою прибыльность.

Кроме прибыли, климатические проекты могут влиять на оборотный капитал компании. Реализация таких проектов позволяет оптимизировать процессы управления ресурсами, уменьшить отходы и снизить общие затраты на запасы и рабочий капитал. Это может привести к улучшению управления оборотным капиталом и повышению ликвидности компании.

Операционные расходы также подвержены изменениям при реализации климатических проектов. Внедрение энергоэффективных технологий и сокращение выбросов парниковых газов может снизить затраты на энергию, страхование и экологическую ответственность. Это позволяет компаниям снизить свои операционные расходы и повысить эффективность своей деятельности.

Примеры успешной реализации климатических проектов также могут наглядно показать, как они сказываются на финансовых показателях компаний. Например, компания Unilever, внедрившая программу снижения выбросов парниковых газов, смогла сократить операционные затраты на \$1 млрд за 10 лет. Такие финансовые результаты подтверждают положительное влияние климатических проектов на финансовое состояние компаний.

Таким образом, анализ изменений финансовых показателей компаний после реализации климатических проектов позволяет выявить их влияние на прибыль, оборотный капитал, операционные расходы и капитальные вложения. Примеры успешной реализации климатических проектов демонстрируют положительные финансовые результаты, которые обеспечивают финансовую устойчивость и рост компаний.

1. Компания Tesla: Компания Tesla, специализирующаяся на производстве электромобилей и хранения энергии, является примером успешной реализации климатического проекта. Благодаря продвинутым технологиям и энергоэффективным решениям, Tesla добилась значительного успеха в сокращении выбросов парниковых газов и снижении операционных расходов. Компания также демонстрирует положительные финансовые результаты и стабильный рост на рынке.

2. Компания Schneider Electric: Schneider Electric - мировой лидер в области цифровой трансформации в области энергетики и автоматизации. Компания предлагает клиентам инновационные и устойчивые решения, и является примером успешной реализации климатических проектов. Например, благодаря использованию своих продуктов и решений, Schneider Electric смогла значительно сократить электропотребление и выбросы парниковых газов, а также повысить свою прибыльность и конкурентоспособность (источник: Schneider Electric Sustainability Report 2020).

3. Компания Nestle: Nestle – одна из ведущих компаний в области пищевой промышленности, которая активно внедряет климатические проекты. Например, в рамках программы «Nestle Cocoa Plan» компания помогает фермерам улучшить устойчивость и повысить производительность какао-плантаций, что способствует улучшению экологической и экономической устойчивости местных сообществ. Эти усилия влияют на финансовое состояние компании и ее репутацию (источник: Nestle Sustainable Agriculture).

Успешная реализация климатических проектов требует от компаний управления финансовыми рисками, связанными с такими проектами. Идентификация и оценка этих рисков является важным этапом в процессе управления.

Идентификация финансовых рисков, связанных с климатическими проектами, основывается на анализе возможных финансовых потерь или неблагоприятных сценариев, которые могут возникнуть в результате выполнения проектов. Такие риски могут включать изменения климатических условий, рост энергетических цен, изменение регуляторного окружения и неопределенность относительно долгосрочных выгод и эффективности проектов.

Инструменты управления рисками являются важной составляющей успешной реализации климатических проектов. Эти инструменты включают в себя методики оценки рисков, страхование, финансовые моделирования, диверсификацию портфеля проектов и использование финансовых инструментов, таких как деривативы и зеленые облигации.

Примеры компаний, успешно управляющих финансовыми рисками при реализации климатических проектов, могут служить вдохновением и учебным материалом для других организаций. Например, компания Ørsted, ранее известная как DONG Energy, осуществляет переход от использования ископаемых топлив к возобновляемым источникам энергии. Чтобы управлять рисками, связанными с данным переходом, компания разнообразила свой портфель проектов и провела анализ финансовой стабильности. Это позволило компании успешно внедрить климатические проекты и сократить свою зависимость от углеводородов.

Таким образом, управление рисками является неотъемлемой частью реализации климатических проектов. Использование инструментов управления рисками и изучение примеров компаний, эффективно управляющих финансовыми рисками при реализации климатических проектов, помогает другим организациям минимизировать потенциальные финансовые угрозы и повысить вероятность успеха своих проектов. Примеры:

1. General Electric (GE): GE является одной из ведущих компаний в области энергетики и инфраструктуры. Компания активно управляет финансовыми

рисками, связанными с климатическими проектами, в рамках своего стратегического подхода. Они использовали инструменты финансового моделирования и подходы к оценке рисков, чтобы убедиться, что климатические проекты соответствуют их целям и приводят к положительным финансовым результатам (источник: GE Sustainability).

2. Iberdrola: Iberdrola – одна из крупнейших компаний в секторе энергетики в Испании. Они успешно управляют финансовыми рисками, связанными с климатическими проектами, путем использования разнообразных финансовых инструментов, таких как облигации зеленых инфраструктур, инновационные потребительские модели и фонды для инвестирования в возобновляемые источники энергии (источник: Iberdrola).

3. Unilever: Unilever – международная компания, производящая потребительские товары. Они успешно управляют финансовыми рисками, связанными с климатическими проектами, путем развития стратегии открытых инноваций и партнерства с другими сторонними организациями. Такой подход позволяет им снизить риски, связанные с инвестициями в климатические проекты, и повысить целевые показатели в области устойчивого развития (источник: Unilever Sustainable Living).

Эти примеры известных компаний демонстрируют успешное управление финансовыми рисками при реализации климатических проектов. Более подробную информацию о конкретных подходах и результатах можно найти в отчетах компаний и публикациях, посвященных их устойчивости и климатическим проектам.

В данной статье мы рассмотрели роль климатических проектов в обеспечении финансового состояния и стабильности компаний, а также их вклад в устойчивое развитие. Через анализ влияния климатических проектов на финансовые показатели компаний, мы пришли к следующим основным результатам исследования:

Во-первых, климатические проекты имеют значительное влияние на финансовое состояние компаний. Реализация таких проектов может привести к повышению прибыльности компании, снижению операционных расходов, улучшению управления оборотным капиталом и оптимизации капитальных вложений.

Во-вторых, климатические проекты играют важную роль в достижении устойчивого развития компаний. Они способствуют экономической, экологической и социальной устойчивости, влияя на снижение затрат на энергию, сокращение выбросов парниковых газов, улучшение репутации и открывая новые возможности для развития и конкурентоспособности.

Необходимо принимать во внимание, что климатические проекты несут определенные финансовые риски. Однако, с использованием инструментов управления рисками и примеров успешного опыта компаний, можно эффективно справиться с этими рисками и обеспечить устойчивое финансовое развитие.

Дальнейшие исследования в данной области могут быть направлены на более глубокое изучение влияния климатических проектов на финансовые показатели компаний, дальнейшее развитие инструментов управления рисками и изучение примеров передового опыта компаний. Также возможно

дополнительное исследование влияния климатических проектов на другие аспекты устойчивого развития, такие как инновации, поддержка и развитие местных сообществ.

В целом, климатические проекты являются не только необходимостью для сокращения негативного воздействия предприятий на окружающую среду, но и представляют собой возможность повышения финансовой устойчивости и долгосрочного успеха. Путем реализации климатических проектов, становится возможным обеспечение сбалансированного развития, удовлетворение требований акционеров и инвесторов, а также демонстрация своей ответственности перед окружающей средой и обществом в целом.

### Список литературы

1. Kolk, A., & Lenfant, F. (2019). *The role of companies in climate governance: A review. Journal of Cleaner Production*, 207, 797-809.
2. De Jong, M., Van der Bij, H., Vermeulen, W., & Smit, M. (2015). *The impact of environmental and social performance on the financial performance of firms. Journal of Cleaner Production*, 53, 105-115.
3. Weyzig, F., Cafruny, A., & Stam, C. (2016). *Climate change and cross-border investments: Do environmental and social safeguards matter. Climate Policy*, 16(1), 118-139.
4. Kling, L., & Svensson, M. (2017). *Do environmental, social and governance factors explain fund returns. Journal of Sustainable Finance and Investment*, 7(4), 349-363.
5. Jia, J., Guo, L., & Shijo, H. (2018). *Financial performance analysis of renewable energy industry in China: A comparison between environmental and social enterprises. Journal of Cleaner Production*, 172, 1394-1410.
6. Beck, M., & Plumb, M. M. (2018). *Environmental, social, and governance factors at listed companies: A manual for investors. The Journal of Sustainable Finance & Investment*, 8(2), 95-97.
7. Lechner, A., & Meyer, R. (2018). *The impact of climate change on the financial performance of companies: Evidence from the European construction and materials industry. Journal of cleaner production*, 202, 980-989.
8. Rupp, D. E., Shaffer, J. A., & Smidt, A. (2019). *Corporate social responsibility and corporate financial performance: The role of ownership, structure and industry. Academy of Management Journal*, 42(5), 539-552.
9. Diniz, M. A., Scannavino, F., & Herzberg, C. (2019). *Environmental, social, and governance factors and corporate financial performance in emerging markets. Journal of Cleaner Production*, 220, 407-417.
10. Kim, J., Lee, C., Lee, J. Y., & Park, K. (2019). *Corporate environmental and social responsibility and financial performance: Evidence from Korean firms. Corporate Social*
11. Кузминых Ю.В. Проблемы финансирования климатических проектов в российской федерации в современных условиях//Ученые записки Санкт-Петербургского имени В.Б. Бобкова филиала Российской таможенной академии. 2020. № 1 (73). С. 67-72.
12. Пономарев М.В. Правовое регулирование реализации климатических проектов как основа низкоуглеродного развития России//Черные дыры в Российском законодательстве. 2022. № 3. С. 92-95.

# НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗА ДИНАМИКИ ГЕОПОЛИТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА В АРЕАЛЕ ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЫ

А.В. Волков

Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Представлены результаты анализа и прогноза динамики интенсивности боевых действий в зоне специальной военной операции в Украине, рассмотрены особенности математических моделей процесса, выполнена верификация результатов прогнозирования по информации открытых источников. Результаты спектрального анализа рядов, выделения колебательных мод, среди которых распределена основная доля общей дисперсии процесса, позволили провести сопоставления, касающиеся возможной причины наблюдаемой динамики поведения социальных систем, в т.ч. влияния на них гелиогеофизических факторов.

Исследования, направленные на анализ и прогноз внутригодовой динамики интенсивности боевых действий, на выявление закономерностей развития военно-политической ситуации, на разработку математических моделей процесса и их верификацию по фактическим данным, актуальны и практически значимы. Их эмпирической основой служат данные *открытых источников*, отражающие главные события специальной военной операции в Украине (СВО) и их гипотетические ранги ( $Rg$  или  $R$ ;  $-3 \leq Rg \leq 3$ ). Исчерпывающая база данных приведена в отдельных наших публикациях. Слабой стороной аналитического подхода является ранговая оценка выделенных событий. Эти оценки носят исключительно качественный характер и, видимо, подлежат коррекции специалистами военного дела.

В результате разделения изучаемого поля – организованной во времени статистической выборки – на трендовую, диагностическую и шумовую составляющие, а также расчёта спектральных характеристик двух первых компонент, получены модели временной динамики рангов ( $Rg$  или  $R$ ; они не эквивалентны значениям регрессионных коэффициентов) военно-политических событий трёх типов: 1) модели динамики рангов событий на базе ряда, в котором пропуски данных «восстановлены» методом сплайн-интерполяции; 2) модели динамики рангов на базе ряда, скорректированного методом линейной интерполяции данных; 3) модели тренда и диагностической компоненты, представляющие собой полусуммы моделей соответствующих компонент первых двух типов.

Временной ход трендовой, или фоновой, диагностической и шумовой компонент ряда рангов военно-политических событий с восстановлением пропусков методом сплайн-интерполяции представлен на рис. 1.

На рис. 1 ось ординат исходного сигнала и его диагностической части расположена слева, ось ординат трендовой компоненты и шума – справа; единицы измерения – ранги событий и вклад в общий ранг конкретной компоненты. Цифровые позиции индексов (1...3; например,  $RliDIA$ ) отражают исключительно временной интервал, подходящий для реализации конкретной процедуры обработки данных; индекс « $i$ » отражает анализ ряда с восстановленными пропусками, индекс « $DIA$ » – диагностическую компоненту, « $tr$ » – трендовую, « $Shum$ » – шумовую. Укажем, что сумма трендовой ( $Rlitr$ ), диагностической ( $RliDIA$ ) и шумовой ( $Shum$ )

КОМПОНЕНТ действительно эквивалентна ряду исходных значений (с восстановленными пропусками).

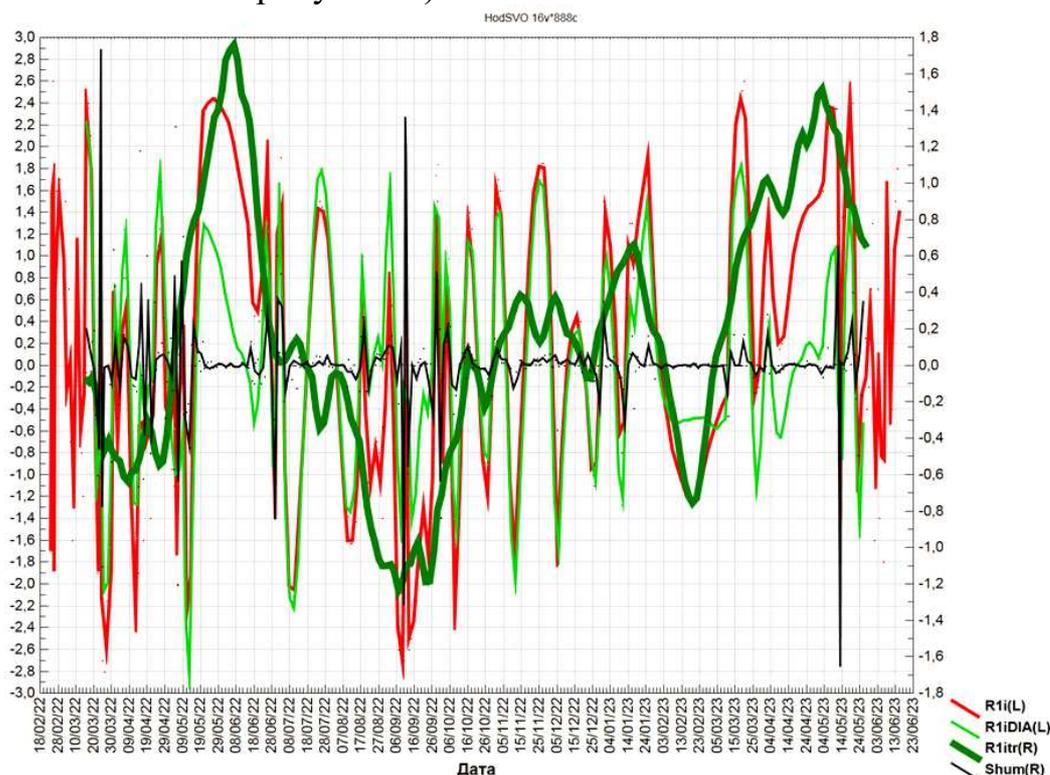


Рис. 1. Временной ход компонент изучаемого ряда (сигнала) на интервале его фактической регистрации (до 15.06.22)

Отметим также, что величины стандартного отклонения ( $SD$ ) и математического ожидания ( $m$ ) шумовой компоненты возрастали, в большей или меньшей степени, в ходе ведения ВС РФ тяжёлых боёв за крупные города территории СВО. Видимо, речь идёт о повышении неопределённости формальной оценки подобных этапов боевых действий, в том числе, в силу ограниченности достоверной информации в *открытых источниках*.

Выполнен анализ линейной корреляции фактических значений ряда рангов и модельных значений рангов ( $Rsp3M$  – полная модель динамики рангов в варианте сплайн-интерполяции пропусков;  $RL3M$  – полная модель в варианте линейной интерполяции пропусков;  $Rpsum3M$  – полусумма указанных моделей). Установлено, что лучше всех приближает исходный ряд не какая-то отдельная модель, а именно полусумма указанных моделей ( $[Rsp3M + RL3M]/2$ ). В графическом виде регрессия фактического ряда величин рангов и модельного ряда рангов ( $Rpsum3M$ ) представлена на рис. 2.

Согласно рис. 2, при присвоении событиям рангов, большая неопределённость оценок оказалась сопряжена не с экстремальными событиями (и их рангами), а с событиями «среднего» класса, адекватная интерпретация которых, видимо, может быть выполнена лишь специалистами. Кроме того, результат приближения фактических значений модельными можно связать с игнорированием наиболее высокочастотных, но малых по амплитуде колебательных мод, которые входили в состав периодограмм рядов, но не учитывались нами с целью *повысить устойчивость* формируемых моделей. Поэтому далее к обсуждению приняты  $Rsp3M$  и  $Rpsum3M$  модели поля, а также их соответствующих компонент.

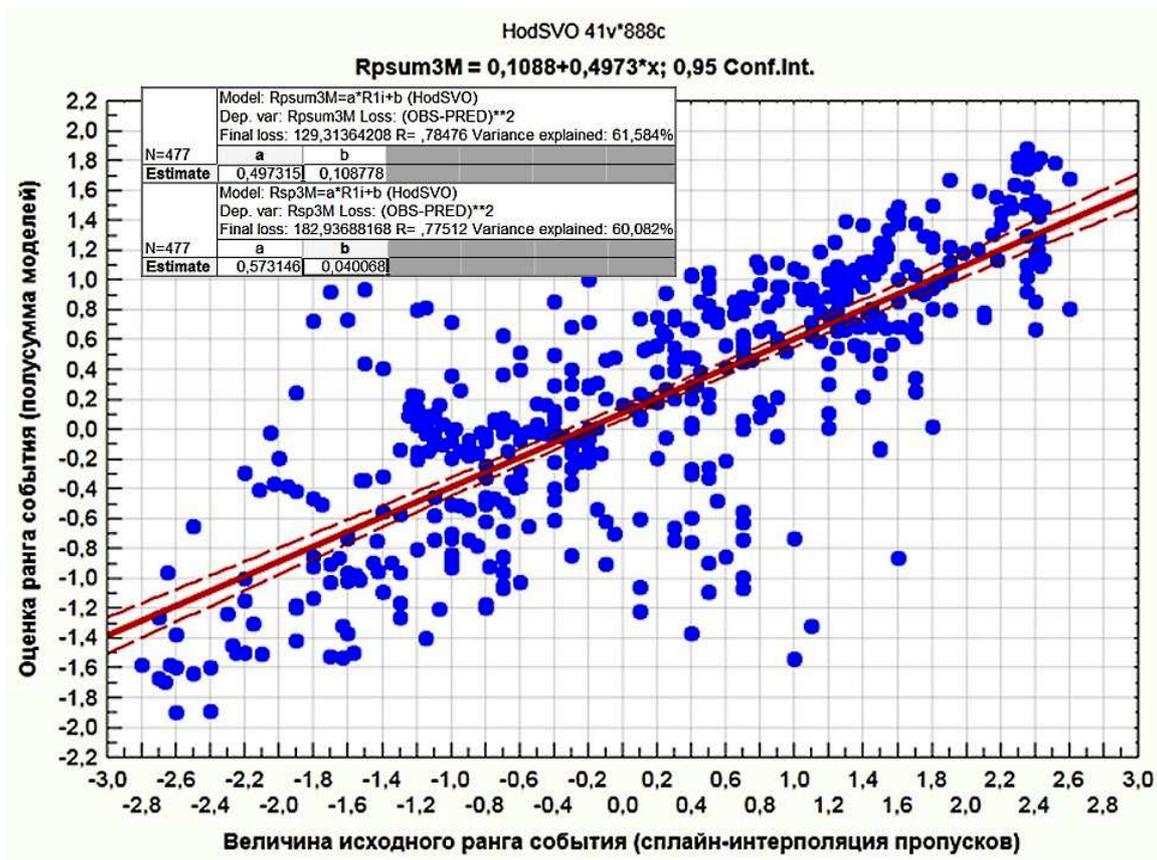


Рис. 2. Линейная регрессия фактического ряда величин рангов, в котором пропуски восстановлены сплайн-интерполяцией, и модельного ряда рангов, полученного как полусумма двух обсуждаемых моделей

Прогнозный блок временной динамики фоновой, или трендовой, ( $RpsumMtr$ ) и диагностической ( $RpsumMdia$ ) компонент полной модели процесса  $Rpsum3M$  показаны на рис. 3 (диапазон изменений аргумента  $d = 480 \dots 860$ , то есть с 18.06.2023 по 02.07.2024, где  $d$  – дни, прошедшие с момента начала боевых действий, причём  $d = 1$  соответствует первому дню СВО). Допускаем, что и полная модель-полусумма представляет собой лишь **детализированный тренд**, не содержащий высокочастотных элементов, достоверность оценки которых невелика. Тем не менее, эта модель – устойчива и обладает достаточной для формулировки заключений глубиной прогноза.

Согласно результатам расчёта и рис. 3, начиная со второй декады января 2024 года фоновая компонента модели интенсивности боёв в зоне СВО, видимо, выйдет в область *положительных* значений и, в целом, останется в этой области до начала июля 2024 года. При этом вклад тренда в общий ранг военно-политических событий составит около 0,40-0,45 единиц. На указанном временном интервале представлены две фазы, в которых интенсивность боевых действий, возможно, возрастёт: 1) фаза, локализованная в начале марта, и 2) фаза, локализованная в районе 08.05.2024 года (Дня Победы). Однако приведённая оценка является сугубо прогнозной. Вероятная «переломная фаза» характера боевых действий, намечаемая по величинам параметра  $RpsumMtr$ , представляющая собой *бимодальный минимум*, возможна в декабре 2023 года – начале января 2024 года.

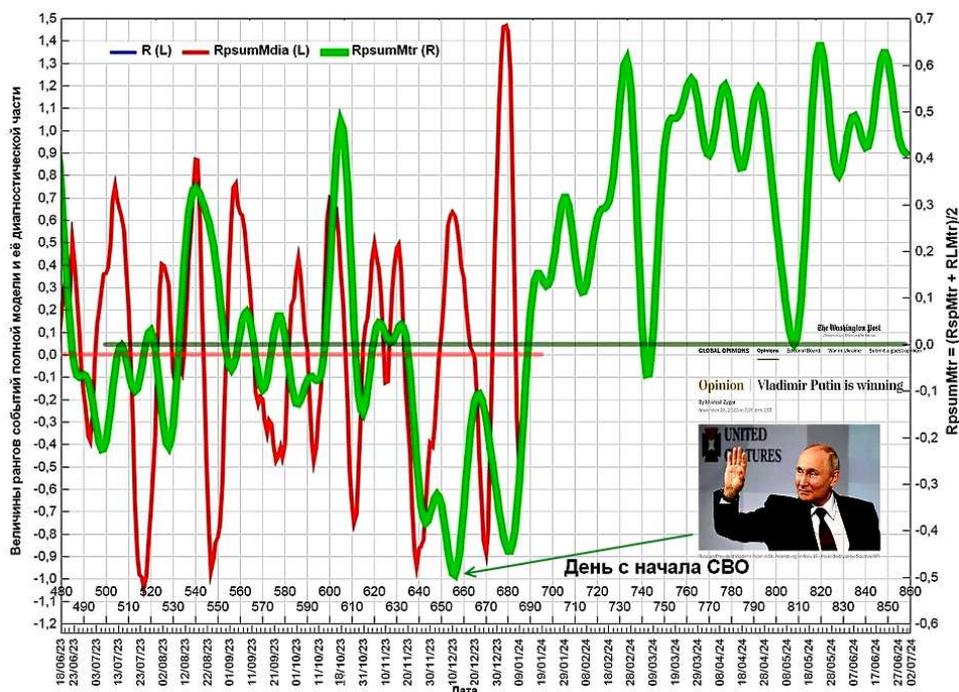


Рис. 3. Ход диагностической и фоновой (трендовой) компонент модели-полусуммы и вариант прогноза динамики СВО по трендовой компоненте на период до 02.07.2024 года

В декабре 2023 года мы констатируем, что оценки ситуации на фронтах СВО объединили четыре дискурса: 1) на данный момент, мирные переговоры актуальны; 2) В.В. Путин оказался прав (победил); 3) перспективы военной кампании лета 2024 года; 4) Молдавия – второй фронт СВО.

В частности, второй дискурс отражают следующие публикации.

Соотношение сил на Украине изменилось: Путин получил преимущество (*tv2.dk*, Дания; <https://inosmi.ru/20231204/ukraina-266906850.html>).

Почему у Владимира Путина есть все основания быть довольным собой. Неужели Путин все рассчитал правильно? (*Der Spiegel*, Германия; <https://inosmi.ru/20231205/svo-266930205.html>).

Хороший месяц для Путина: Россия завладела инициативой на поле боя и побеждает (*Newsweek Polska*, Польша; <https://inosmi.ru/20231116/ukraina-266627019.html>).

Владимир Путин побеждает; мечты Запада о крахе России не оправдались (*The Washington Post*, США; <https://inosmi.ru/20231129/putin-266837536.html>).

Си и Путин думают, что побеждают: возможно, так и есть; последние события в мире показывают, что всё идет по их плану (*Bloomberg*, США; [https://inosmi.ru/20231018/rossiya\\_kitay-266174223.html](https://inosmi.ru/20231018/rossiya_kitay-266174223.html)).

Дом, который построил Путин: Путин стал символом возрождения осажденной, но гордой и крепнущей державы (*National Review*, США; <https://inosmi.ru/20231114/putin-266589544.html>).

Перспективы военной кампании 2024 года анализируются в следующих публикациях.

Большинство россиян полагают, что Москва должна занять максимум территорий Украины, соседняя страна должна в корне измениться («Политика», Сербия; <https://inosmi.ru/20231205/ukraina-266917882.html>).

Подполковник армии США в отставке, член консультативного совета избирательной кампании Д. Трампа Энтони Шаффер: зимой Россия начнет переход к полномасштабному наступлению. «Я думаю, что это неизбежно... Мы находимся в точке, когда русские начнут медленно и тщательно продвигаться вперед». ВСУ потерпели поражение в этом конфликте (РИА «Новости»; <https://lenta.ru/news/2023/12/01/v-ssha-zayavili-o-skorom-perehode-rossii-k-nastupleniyu-na-ukraine/>; <https://lenta.ru/news/2023/10/12/v-ssha-zayavili-o-gotovnosti-rossii-k-nastupatelnoy-operatsii/>).

Полковник армии США в отставке, теоретик военного дела, консультант по военно-политическим вопросам Дуглас Макгрегор: «думаю, русские удержат те земли, которые сейчас под их контролем, они могут также завладеть территориями от Одессы до Харькова»; российские войска перехватили инициативу в конфликте; руководство Украины нуждается в урегулировании конфликта (<https://lenta.ru/news/2023/11/30/v-ssha-dopustili-vzyatie-rossiye-odessy-i-harkova/>).

В результате завершения СВО Россия укрепит контроль над Донбассом и Крымом, а также освободит новые территории; Украине придётся отказаться от мечты о НАТО (*The American Conservative*, США; <https://inosmi.ru/20231120/ukraina-266675448.html>).

Согласно оценке бывшего офицера морской пехоты США Скотта Риттера, «контрнаступление ВСУ закончилось, и это стало стратегическим поражением для Украины и коллективного Запада. Думаю, мы увидим, как Россия, нейтрализовав украинский удар, будет медленно переходить в собственное наступление и начнёт оказывать давление». У Украины почти не осталось резервов, чтобы отражать удары российской армии (<https://lenta.ru/news/2023/12/07/v-ssha-priznali-strategicheskoe-porazhenie-ukrainy/>).

По мнению генерал-майора запаса А.А. Воробкало, сейчас – не время для мирных переговоров. России необходима победа на фронте, поскольку любые переговоры – это удел слабого. Заместитель Министра иностранных дел Российской Федерации С.А. Рябков полагает, что в 2024 году США не сделают ничего, что смогло бы повлиять на Киев и привести к возможным договорённостям с Москвой, в т.ч. вряд ли встанет вопрос о перемирии. Тем не менее, Москва сохраняет готовность к переговорам, желает достичь мира, прежде всего, «политико-дипломатическими средствами» (<https://lenta.ru/news/2023/12/08/ssh-pytayutsya-postavit-rossiyu-pered-dilemmoy-po-ukraine-cto-imenno-hochet-vashington/>).

Британский историк Тимоти Гартон Эш: в следующем году ВСУ предпримут новое наступление; весна и лето 2024 года станут решающими для конфликта на Украине; от итогов летней кампании будет зависеть многое, в т.ч. и для Европы (*Hospodářské noviny*, Чехия; <https://inosmi.ru/20231120/zapad-266673113.html>).

По мнению издания *Akharin Khabar*, в перспективе Россия может задействовать самолет-разведчик М-55 «Геофизика». «Предполагается, что М-55 вернут на передовую в *разгар* российско-украинского военного конфликта. Самолет обеспечит безопасность российского воздушного пространства и позволит отслеживать активность авиации противника» (*Akharin Khabar*, Иран; <https://inosmi.ru/20231128/rossiya-266781496.html>; рис. 4, а).

Новый «тактический треугольник» замечен на российской военной технике, направляемой в зону СВО. Возможно, им отмечена техника, которая будет принимать участие в боях на конкретном участке фронта (<https://zen.ru/a/ZWGqxGXBF1AUrn-b>; 26.11.2023; рис. 4, б).



*a*



*b*

Рис. 4. Высотный самолет-разведчик М-55 «Геофизика» (Смоленский авиационный завод) на Международном аэрокосмическом салоне «Мосаэрошоу-92» (а); новый «тактический треугольник» на военной технике, направляемой в зону СВО (b)

«Противовоздушная оборона группировки десантных кораблей, выполняющих задачи специальной военной операции в Чёрном море, дополнительно укрепляется за счёт установки на них боевых модулей ЗРК «Тор-М2КМ» (ТАСС; <https://lenta.ru/news/2023/11/22/desantnye-korabli-vmf-rossii-v-chernom-more-nachali-ukrepyat-zrk-tor-m2km/>).

10 ноября 2023 года ВСУ атаковали базу Черноморского флота в одном из прибрежных поселков Крыма. Их целью были российские десантные катера проекта 11770 «Серна». При отражении атаки погиб командир одного из катеров старший мичман Денис Никитин (<https://lenta.ru/news/2023/11/23/komandir-rossiyskogo-korablya-pogib-pri-atake-bezekipazhnogo-katera-vsu-chno-izvestno-o-voennom/>).

В этой связи военный публицист В.В. Шурыгин задаётся вопросом: «Что же мешает нам проводить стратегические наступления? Главную проблему можно обозначить как системную. <...> Это – серьёзное устаревание военной теории... Нужны новые боевые уставы, а главное, нужна новая теория и стратегия наступления, которую мы пытаемся найти... Будет неполным, если не сказать о субъективных проблемах. <...> Конечно, мы и сегодня можем наступать так же, как наступали 80 лет назад, но будет ли это правильным и оправданным? Поэтому, не торопимся! Поэтому учимся. А когда научимся, тогда и начнём» (<https://izborsk-club.ru/25014>).

Далее от верификации особенностей расчётного тренда СВО перейдём к анализу модели диагностического блока динамики военно-политического процесса.

Анализ гистограммы и расчёт базовых статистик диагностического блока модели-полусуммы (*RpsumMdia*), ограниченной датой 09.01.2024, позволяет выполнить формальное выделение аномалий данного блока методом «трёх сигм»; результаты этапа представлен на рис. 5.

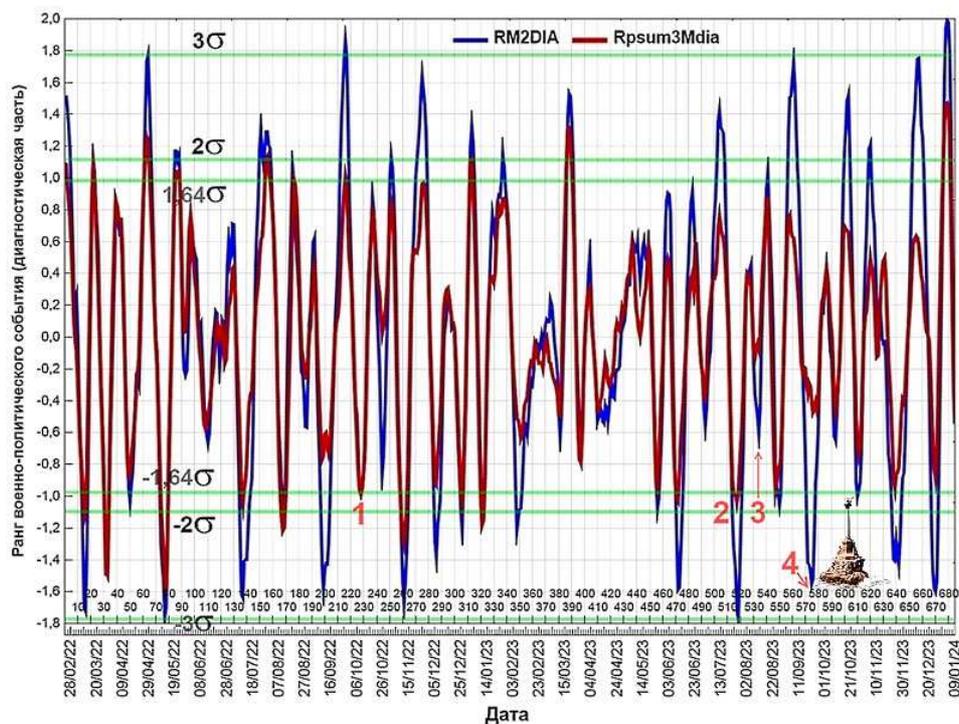


Рис. 5. Формальное детектирования «аномалий» диагностической компоненты ряда рангов военно-политических событий методом «трёх сигм»; цифрами события, рассмотренные в публикациях

Согласно рис. 5, временная локализация экстремумов диагностических компонент двух моделей – модели со сплайн-интерполяцией пропусков и модели-полусуммы совпадает, тогда как амплитудные значения (оценки рангов событий) различаются. Последняя позиция обусловлена, по сути, *сглаживанием* ряда в ходе восстановления пропусков линейной интерполяцией данных (что сказывается на прогнозе по модели-полусумме), а также отличающимся набором колебательных мод, включённых в модели процесса.

В целом, в аспекте прогноза напряжённости боевых действий, минимумами диагностической части ряда (большой частью, на уровне  $Rg \leq m - 1,64 \cdot \sigma$ ,  $w = 90\%$ ) летом 2023 года оказались отмечены первая и третья декады июня, третья декада июля и первые числа августа 2023 года. Цифрами 1, 2, 3 обозначены состоявшиеся события СВО, рассмотренные в наших публикациях. На уровне вероятности  $\sim 70\%$  ( $m \pm \sigma$ ;  $\sigma = SD$ ) или чуть более модели отражают чувствительные, но единичные атаки ВСУ на объекты ключевой инфраструктуры РФ. При этом позиции № 2 соответствует совмещению террористического акта с иными военными ситуациями.

Согласно позиции № 4 рис. 5, наибольший по модулю минимум диагностической компоненты ряда со сплайн интерполяцией пропусков допускался ( $21 \pm 6$ ) сентября 2023 года, а компоненты с линейной интерполяцией пропусков – ( $12 \pm 6$ ) сентября 2023 года. Для первой модели вероятность подобной негативной ситуации превысила  $95\%$  ( $m \pm 2 \cdot \sigma$ ).

Верификация результатов расчётов выполнена по данным открытых российских источников и учитывает взвешенные оценки экспертов, опубликованные западными аналитическими изданиями. Отметим, что 13 сентября 2023 года действительно состоялась наиболее мощная атака Украины на объекты ВС РФ. По сообщению МО РФ, ВСУ нанесли удар десятью крылатыми ракетами по ФГУП «Севастопольский морской завод имени Серго Орджоникидзе» и тремя

безэкипажными катерами – по отряду кораблей в Чёрном море. Средствами ПВО семь крылатых ракет сбиты; патрульным кораблем «Василий Быков» уничтожены все катера. В результате удара повреждения получили дизель-электрическая подводная лодка «Ростов-на-Дону», а также большой десантный корабль «Минск», находящиеся на ремонте; пострадали 26 человек. В результате атаки на территории завода произошло возгорание (<https://lenta.ru/news/2023/09/13/sevastopol/>; <https://lenta.ru/news/2023/09/13/krbly/>).

Третья декада сентября 2023 года также оказалась отмечена весьма резонансным военно-политическим событием. В 10<sup>30</sup> утра 22 сентября ВСУ нанесли ракетный удар по штабу Черноморского флота в Севастополе; недалеко от театра Луначарского упали осколки боеприпаса. По информации МО РФ, средства ПВО сбили над Крымом управляемую ракету и два украинских беспилотника. Ночью 22 сентября один БПЛА уничтожен вблизи Крыма, второй – в Туапсинском районе Краснодарского края. После второй атаки на Севастополь над Крымским мостом подняли дымовую завесу; движение транспорта перекрыто (<https://news.mail.ru/incident/57927773/?frommail=1>; <https://lenta.ru/news/2023/09/22/posledstvia/>).

Таким образом, с учётом важного обстоятельства, согласно которому прогнозируемое событие реализуется, *как правило, не ранее* указанной даты (в свою очередь, дата является лишь «точкой записи» более продолжительного интервала, обусловленного необходимостью представления наиболее высокочастотной моды модели двумя и более точками), диагностическая компонента модели вполне описала атаку на инфраструктуру России.

Вопрос о степени детальности и физической достоверности полученной модели, о соотношении положения «точки записи» события и продолжительности интервала времени, который она характеризует «в среднем», связан с периодами колебательных мод, которые достоверно идентифицируются по исходному ряду, имеющему конечную длительность (конечный объём). Верхняя граница – мода с минимальным периодом колебаний или, что эквивалентно, максимальной частотой – определяется теоремой В.А. Котельникова, или теоремой отсчётов [1].

Задача восстановления сигнала по его дискретным отсчётам рассматривалась многими учёными, однако, на уровне теоремы была сформулирована и доказана академиком В.А. Котельниковым в работе «О пропускной способности эфира и проволоки в электросвязи» в 1933 году. Суть теоремы заключается в том, что любую функцию  $F(t)$  с ограниченным спектром можно непрерывно передавать по каналам связи при помощи дискретных отсчётов, следующих друг за другом через  $1/(2f_c)$  секунд, где  $f_c$  – максимальная частота спектра. Независимо от академика Котельникова, в 1949 году теорему доказал Клод Шеннон.

Основные следствия теоремы отсчётов таковы.

1. Аналоговый сигнал может быть восстановлен с какой угодно точностью по дискретным отсчётам амплитуды, взятым с частотой  $f \geq 2f_c$ .

2. Если максимальная частота в спектре сигнала превышает половину применяемой частоты дискретизации  $f_c > f/2$ , то восстановление сигнала в этой области происходит с искажениями, с потерей исходной информации.

Итак, процесс дискретизации аналогового сигнала по времени характеризуется шагом дискретизации  $\Delta$ , а количество замеров амплитуды сигнала за одну секунду называют частотой дискретизации. Чем выше частота дискретизации, тем более точное представление о сигнале будет получено.

Обсуждая положение о возможности восстановления непрерывной функции с ограниченным спектром  $F(t)$  по её дискретным отсчетам  $F_k$ , один из мировых специалистов в области цифровой фильтрации сигналов Р.В. Хемминг указывает, что, при строжайшем математическом подходе к проблеме дискретизации, необходимо располагать для самой высокой частоты спектра более чем двумя отсчетами на период [2, с. 139].

Следовательно, переходя к величинам периодов колебаний  $T$  ( $T [c] = f^{-1} [Гц]$ ), следует сказать, что из конечного ряда наблюдений какого-либо поля достоверно выделяется мода с периодом колебаний, равным или превышающим удвоенную периодичность взятия отсчётов поля  $\Delta$ :  $T_{min} \geq 2 \cdot \Delta$ . Моды с меньшими периодами характеризуют шумовую составляющую поля, или помеху; даже если с ними связана какая-либо информация, она, при подобной организации системы наблюдений, практически утрачивается.

Величина периода самой низкочастотной компоненты, достоверно выделяемой из ряда наблюдений конечной длительности  $k \cdot \Delta$ , в 5-10 раз меньше исходной длины ряда:  $T_{max} = (k \cdot \Delta) / (5 \dots 10)$ , где  $k$  – число членов ряда [1, с. 304]. Например, если в распоряжении исследователя имеется ряд наблюдений, выполняемых ежедневно в течение года, то  $T_{min} = 2$  суток,  $T_{max} = (36,5 \dots 48,7)$  суток. Гармоники с периодами  $T_i < 2$  суток характеризуют шумовую составляющую спектра сигнала, а гармоники с периодами  $T_j > 48,7$  суток по данному ряду выделяются недостоверно и требуют уточнения иными методами.

При формировании линейных моделей диагностических блоков по выборкам со сплайн-интерполяцией данных и с линейной интерполяцией данных мы искусственно ограничили набор высокочастотных мод критерием  $T \geq 12$  суток (соответственно, 12,57 суток и 12,11 суток). Периоды следующих по возрастанию колебательных компонент равны 15,18 и 15,12 суток. При таком выборе граничной моды, детализация изучаемого процесса внутри 12-дневного интервала невозможна; информация о его высокочастотной динамике утрачивается. По сути, обсуждается ситуация, средняя за 12-дневный интервал с так называемой «точкой записи», соответствующей середине интервала.

Как уже отмечалось, по заключению Р.В. Хемминга, для минимального периода, принятого к рассмотрению, необходимо располагать двумя и более отсчетами на период. В нашем случае  $12 \approx 2 \cdot \Delta$ , где  $\Delta = 6$  дням. Иначе говоря, вероятность события распространяется на три дня, предшествующие основному 6-дневному интервалу, и три дня, следующие после основного 6-дневного интервала ( $\Delta \pm 0,5 \cdot \Delta$ ); точка записи события соответствует середине указанного интервала (рис. 6).



Рис. 6. Учёт теоремы В.А. Котельникова для определения детальности и физической достоверности результатов детектирования военных событий

В 2017 году нами рассмотрены ряды военных событий длительностью 500 и 100 лет, сформированные по данным монографии генерал-полковника Г.Ф. Кривошеева [3]. Предиктором, или численной меры, события принята величина десятичного логарифма произведения безвозвратных потерь на расстояние между Москвой и столицей противоборствующего государства. По последним 50 позициям столетнего ряда разработан прогноз динамики войн. Средняя формальная – без учёта исторической детализации – продолжительность военного конфликта, состоявшегося в XX веке с участием России, оценена в 5,37 года.

На рис. 6 приведена динамика исключительно *диагностической* компоненты модельного ряда величин предиктора событий с нанесёнными – на основании правила «трёх сигм» для нормально распределённой выборки – критериями выделения аномалий поля [4, 5]. Стоит заметить, что отождествление понятий диагностической части ряда и аномальной последовательности ряда ошибочно: диагностическая компонента может содержать аномальную часть, но может и не содержать её. По мнению главного научного сотрудника Института физики Земли имени О.Ю. Шмидта РАН (отделение природно-техногенных катастроф и сейсмичности Земли), ведущего соавтора метода среднесрочного прогноза землетрясений А. Д. Завьялова, принятые из формальных или эмпирических соображений критерии выделения аномалий поля можно именовать «уровнями тревоги». При выходе предиктора за пределы уровня тревоги, реализации события рассматриваемого класса считается наиболее вероятной (в течение заданного интервала времени).

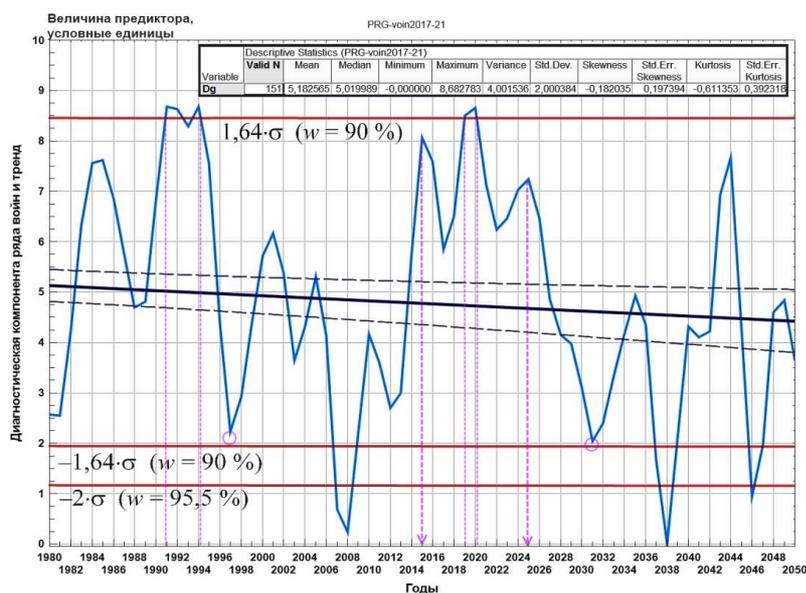


Рис. 6. Многолетний ход диагностической компоненты модели, приближающей интенсивность военных конфликтов с участием России (с уровнями детектирования «аномалий» ряда)

Согласно рис. 6, в интервале 2022-2023 годов предиктор аномального усиления военно-политических рисков исторического пути России не преодолел указанные уровни тревоги, однако, увеличил своё значений, сформировав локальный экстремум в окрестности 2024-2025 годов (в случае сплайн-интерполяции прогнозных величин предиктора, экстремум локализуется в границах 2024 года). Поэтому наше предварительное видение сроков начала и окончания СВО (по результатам расчёта

2017 года) отражает рис. 7. В районе 2028 года модель допускает следующий *вырожденный* экстремум (пик), но, в целом, диагностическая компонента военно-политической напряжённости будет снижаться (для населения ЕТР).



Рис. 7. Предварительная оценка сроков начала и завершения СВО (с учётом теоремы В.А. Котельникова)

Проведённый специалистами Военной академии Ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого анализ «основных войн и вооружённых конфликтов...», начиная с 1991 года, выявил тенденции изменения содержания войн, исходя из применяемых в них основных средств поражения». Для конфликтов категории «войны с применением обычных средств поражения» характерен именно убывающий тренд (см. рис. 6, диагностическая компонента) [6, с. 696].

Итак, в публикации представлены некоторые результаты анализа и прогноза внутригодовой динамики интенсивности боевых действий в зоне специальной военной операции в Украине, рассмотрены особенности математических моделей процесса, выполнена верификация результатов прогнозирования по информации *открытых* источников. Важно подчеркнуть, что результаты спектрального анализа рядов, выделение колебательных мод, среди которых распределена основная доля общей дисперсии изучаемого процесса, позволили провести сопоставления, касающиеся возможной причины наблюдаемой динамики поведения социальных систем – влияния на них гелиогеофизических факторов.

В полном объёме результаты исследований были своевременно направлены специалистам.

### Список литературы

1. *Вычислительные математика и техника в разведочной геофизике: справочник геофизика* / под ред. В.И. Дмитриева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1990. – 498 с.
2. Хемминг Р.В. *Цифровые фильтры* / пер. с англ., ред. пер. О.А. Потапов. – М.: Недра, 1987. – 221 с.
3. *Россия и СССР в войнах XX века: потери вооруженных сил. Статистическое исследование* / под общ. ред. кандидата военных наук, генерал-полковника Г.Ф. Кривошеева. – М.: Олма-пресс, 2001. – URL: [http://publicist.n1.by/conspects/conspect\\_Russia\\_USSR\\_wars.html](http://publicist.n1.by/conspects/conspect_Russia_USSR_wars.html) (дата обращения: 5.01.2015).
4. *Вестник ТулГУ. Серия «Экология и безопасность жизнедеятельности»* / под общей ред. д-ра техн. наук, проф. В.М. Панарина. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2021. – 382 с. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48123737>.

5. Вестник ТулГУ. Серия «Экология и безопасность жизнедеятельности» / под общей ред. д-ра техн. наук, проф. В.М. Панарина. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2022. – 406 с. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50247520>.

6. Прогнозируемые вызовы и угрозы национальной безопасности Российской Федерации и направления их нейтрализации: сборник материалов круглого стола (25 августа 2021 г.); ВАГШ ВС РФ. – М.: Издательский дом «ИМЦ», 2021. – 708 с.

## ЕДИНСТВО РИТМИЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ДИНАМИКИ КОСМИЧЕСКОЙ И ЗЕМНОЙ ПОГОДЫ, А ТАКЖЕ СОПРЯЖЁННЫХ С НИМИ ПАРАМЕТРОВ АКТИВНОСТИ БИОЛОГО-СОЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМ

А.В. Волков

Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Установлено подобие картины ритмов гелиогеофизических процессов, определяющих особенности среды жизнедеятельности человека, а также ритмов индивидуальной и коллективной жизнедеятельности, включая ритмы профессиональной деятельности. На этой основе сформулирована гипотеза, согласно которой рассмотренные процессы не являются автономными, а взаимодействуют – в большей (практически, функциональная детерминирующая связь) или меньшей (более слабые связи статистической природы) степени. Выявлена формальная природа отклика систем различного рода на внешнее воздействие, связываемая с вариациями удельной – в расчёте на один элемент – скорости изменения количества элементов системы.

Согласно главной идее циклической динамики, вариации природных процессов складываются из детерминированных и случайных составляющих. Детерминированные составляющие могут быть представлены аппроксимирующими функциями – косинусом или более сложной моделью единичной моды – в том случае, если механизмы их возникновения детально не изучены. Тогда задача моделирования процесса и его прогноза состоит в адекватном определении периодов, амплитуд и начальных фаз колебательных компонент. Наличие близких мод в спектрах изучаемых процессов и внешних гелиогеофизических воздействий толкуется в пользу их синхронности, а возможно, нахождения в отношениях причины и следствия.

Автором на протяжении ряда лет велись (и ведутся поныне) наблюдения за температурой приземной атмосферы, причём значения температуры регистрировались несколько раз за день. Эти замеры выступили эмпирической расчёта индивидуальных физиологических ритмов. В качестве индикатора ежесуточной активности человека принята величина:  $IND = \Delta T/n$ , где  $\Delta T$  – разность в часах между началом и окончанием бодрствования;  $n$  – число регистраций температуры воздуха за это время; размерность показателя  $IND$  – средняя периодичность взятия одного отсчета [1].

По сути, величина  $IND$  тем больше, чем выше определяемая повседневными обязанностями активность человека. Мы не смогли предложить биологическую интерпретацию показателя  $IND$ , допустив при этом, что с его помощью может быть установлен циклический характер действия природных раздражителей на нервную

систему человека. Решение задачи сводилось к спектральному анализу временного ряда  $IND$ , сравнению энергетических спектров показателя  $IND$  со спектрами внешних гелиогеофизических воздействий. Пропуски значений в ряду  $IND$  «восстанавливались» сплайн-интерполяцией по ближайшим точкам.

В графическом виде динамика показателя  $IND$  за 1,5 года представлена на рис. 1.

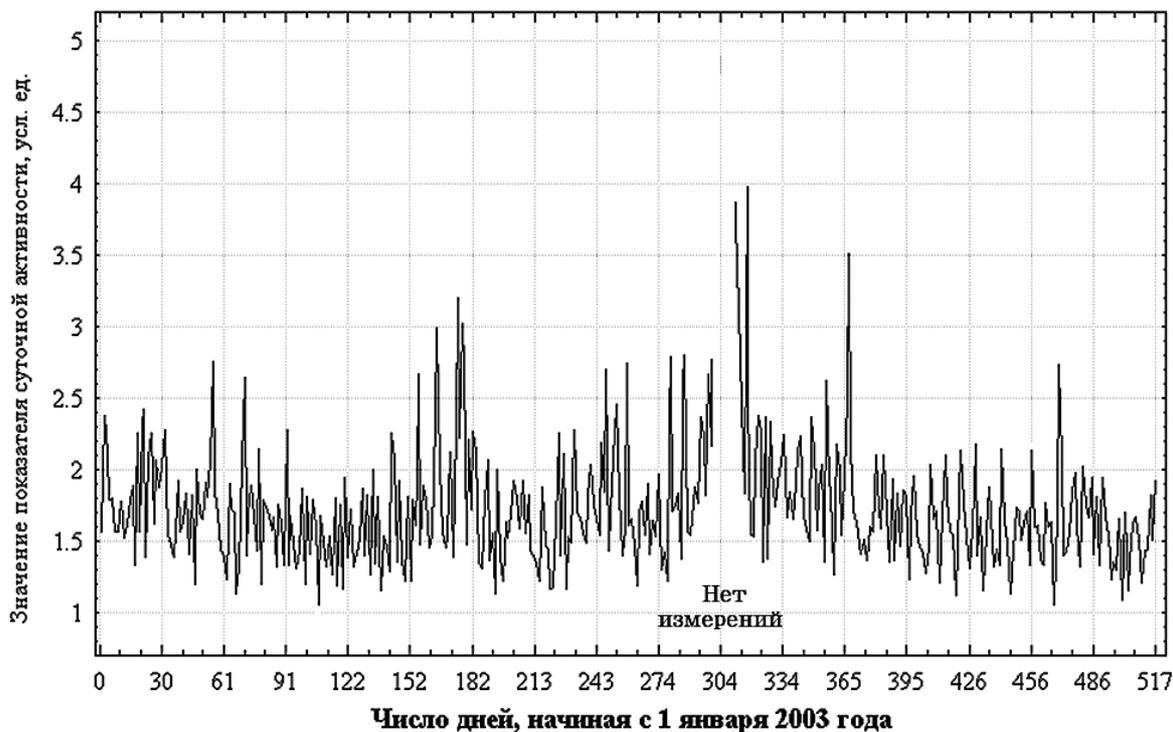


Рис. 1. Временной ход индикатора физиологических ритмов  $IND$  за 1,5 года; ось абсцисс – дни, прошедших с 1 января 2003 года, ось ординат – величины показателя суточной активности человека

Обсуждение этого подхода со специалистами, позволило говорить о том, что ряд  $IND$  содержит информацию и о физиологических циклах, и о циклах профессиональной деятельности конкретного человека. Совокупность циклов отражает степень напряжённости взаимодействия человека с его природным и социальным окружением, а применение линейных полициклических моделей позволяет прогнозировать это взаимодействие. Информация о наиболее важных компонентах, на которые приходится основная доля полной дисперсии, содержится в энергетическом спектре изучаемого процесса [1, 2].

Спектральный анализ рядов изменения величины  $IND$  и артериального давления автора, репродуктивного потенциала населения Тульской области  $r$ , взятого для сравнения, а также динамики солнечной активности ( $W$ ), показал *геометрическое подобие* характеризующих эти ряды спектров.

Возможно, это свидетельствует об анализе комплекса так называемых *вложенных систем*. Важнейшим его свойством является синхронное изменение параметров систем в ответ на внешнее воздействие. Эту гипотезу иллюстрируют данные табл. 1, в которой представлены результаты спектрального анализа рядов, а также итоги исследования гелиогеофизических процессов, проведённого специалистами Крымской астрофизической обсерватории [3].

Таблица 1

Сравнение гелиогеофизических ритмов внешней среды и ритмов жизнедеятельности человека в норме и патологии

Вариаций магнитного поля Земли	Периоды ритмов, сутки			
	Оптических измерений солнечной активности	Радиоизмерений солнечной активности	Индивидуальной жизнедеятельности человека	Диагностического блока ряда суточного прироста заболевших COVID-19*
5,4	5,2	–	5,61	–
6,8	7,0	–	6,97	–
12,5	–	12,5	12,59	–
13,5	13,5	13,6	13,58	–
16,5	16,5	17,0	15,64	–
18,7	17,8	18,4	17,20	–
23,8	24,9	24,9	24,57	22,96
36,8	34,0	36,9	30,35	31,06
44,1	43,0	44,5	43,0	37,71
49,6	50,0	49,0	50,0	52,8
75,0	75,0	77,0	73,71	66,0
90,0	–	89,0	90,0	88,0
115,0	120,0	119,0	129,0	176,0; 264,0

\* Анализ и прогноз динамики эпидемического процесса COVID-19 в РФ выполнен по данным Университета Джонса Хопкинса и российских официальных источников до 04.07.2021 года [4]. Прочерки в таблице означают как отсутствие данных, так и их исключение из анализа при формировании линейных моделей процесса.

Сопоставление результатов исследования 2005 года с результатами анализа и прогноза внутригодовой динамики специальной военной операции в Украине представлено в табл. 2.

Таблица 2

Картина ритмов индивидуальной и коллективной жизнедеятельности человека, а также ритмов гелиогеофизических воздействий на социальные системы

Вариаций магнитного поля Земли	Периоды ритмов, сутки				Динамики СВО (фактически учтённые в моделях)	
	Оптических измерений солнечной активности	Радиоизмерений солнечной активности	Индивидуальной жизнедеятельности человека			
				Сплайн	Линейная	
1	2	3	4	5	6	
5,4	5,2	–	5,61	Не учитывались	Не учитывались	
6,8	7,0	–	6,97			
12,5	–	12,5	12,59	12,57	12,11	
13,5	13,5	13,6	13,58	–	–	
16,5	16,5	17,0	15,64	15,18	15,12	
18,7	17,8	18,4	17,20	19,26	19,21	
–	–	–	–	20,94	–	
23,8	24,9	24,9	24,57	23,19	22,87	
–	–	–	–	29,54; 29,89	29,84	
36,8	34,0	36,9	30,35	–	36,33	
44,1	43,0	44,5	43,0	–	–	
49,6	50,0	49,0	50,0	54,47; 55,69	48,44; 48,64	
–	–	–	–	–	68,67	
75,0	75,0	77,0	73,71	78,99; 80,34	–	
90,0	–	89,0	90,0	–	–	
–	–	–	–	–	107,76	
115,0	120,0	119,0	129,0	–	–	
–	–	–	–	161,17	–	
–	–	–	–	–	268,61	

Примечание: расхождения в рядах данных обусловлены особенностями распределения общей дисперсии сигналов среди пиковых значений спектров. При формировании линейных моделей сигналов во внимание принимаются моды с наибольшей долей дисперсией, а иные моды, даже при их наличии в спектре, исключаются из анализа. Значения низкочастотных мод зависят от объёма изучаемой выборки и оцениваются наименее достоверно (по сути, ориентировочно). Прочерк означает отсутствие значения в рядах данных, обсуждаемых в различных источниках.

В 2019 году нами выполнен анализ динамики солнечной активности, базирующийся на ежедневных значениях интенсивности электромагнитного излучения светила на частоте 2,8 ГГц ( $F_{10,7}$ ), а также на оценках величин относительных чисел Р. Вольфа ( $W$ ). В последнем случае изучению подлежал ряд величин, охватывающих интервал с 2010 по 2014 годы, включающий 1826 значений (*National Research Council of Canada*).

Энергетический спектр (функция спектральной плотности) диагностической компоненты ряда  $W$  оказался весьма сложным. Тем не менее, амплитуды всех «пиковых» мод существенно превышали уровень высокочастотного шума. Наибольшей амплитудой в спектре отмечен ротационный период, близкий к 27 суткам. Анализу подлежал и сглаженный 7-дневным скользящим окном диагностический блок ряда  $W$ . Спектр последней компоненты вынесенными на график величинами периодами колебательных мод показан на рис. 2.

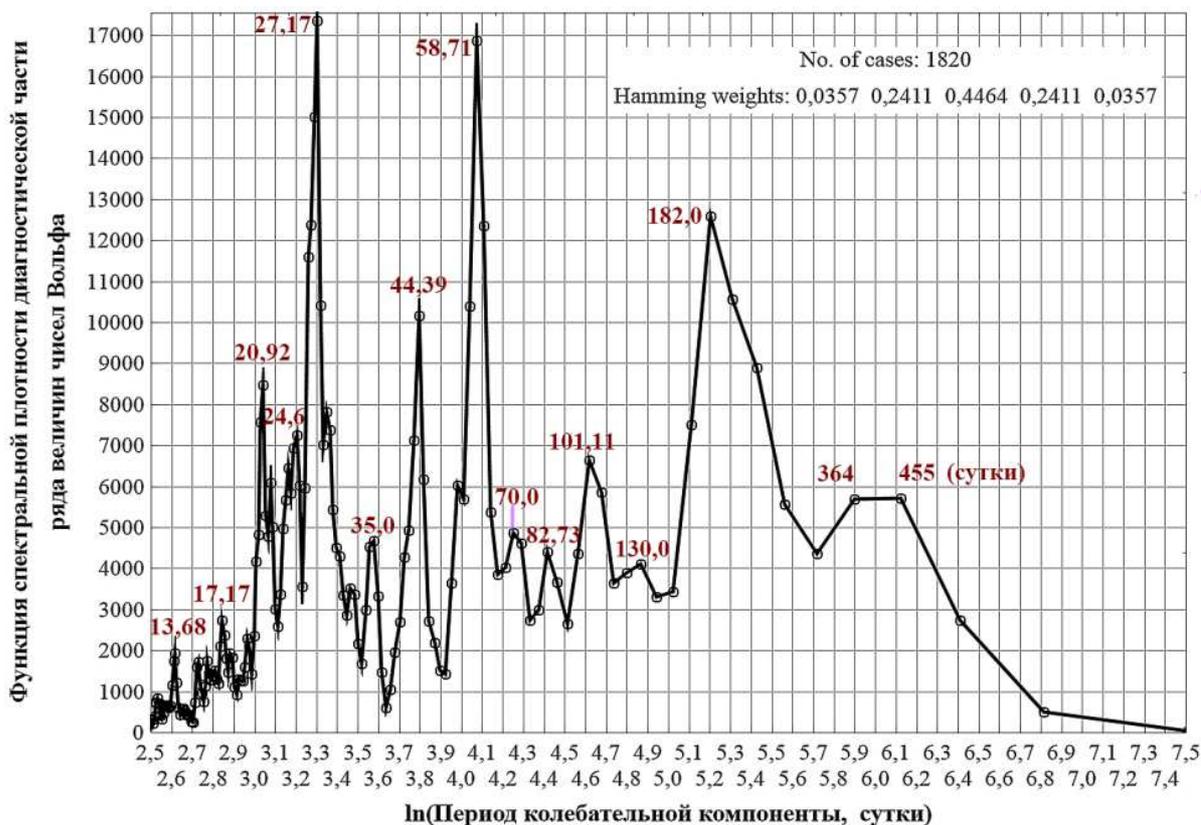


Рис. 2. Энергетический спектр сглаженной диагностической компоненты поля относительных чисел Вольфа

Все полученный в ходе расчёта величины периоды колебаний ( $T$ , сутки), выделенных в изучаемом сигнале ( $W$ ), представлены в табл. 3.

Таблица 3

Периоды, выделяемые путём спектрального анализа рядов показателей солнечной активности

	ВЧ-1	ВЧ-2	ВЧ сглажен. ряда	НЧ
	9,56	1	1	1
	<b>12,59*</b>	2	2	2
	13,14	3	3	3
	<b>13,63/ 5**</b>	4	4	13,68
	15,22 (15,64)	5	5	5
	16,06	6	6	6
	<b>17,23/ 6</b>	7	7	17,17
	18,08	8	8	8
	18,63	9	9	9
	19,43	10	10	10
0				
1	20,29; 20,99; 21,74/ 2	11	11	20,92/ 5
2	23,71/ 4 (24,57)	12	12	24,60/ 6
3	25,01	13	13	
4	<b>26,85; 27,25/ 1</b>	14	14	27,17/ 1
5	<b>32,04</b>	15	15	
6	35,12; 35,80	16	16	35,00
7	<b>44,54/ 3</b>	17	17	44,39/ 4
8	<b>53,71</b>	18	18	
		19	58,90/ 1	19
		20	65,21	20
		21	70,23; <b>73,04</b>	21
		22	83,00	82,73 (90)
		23	101,44; 107,41	101,11
		24	121,73	<b>130,0</b>
		25	152,17	
		26	182,60/ 2	26
		27		27
		28	228,25/ 3	202,89/ 2
		29	304,33; 456,50	28
		30		260,86/ 3
		31		29
				456,50/ 4
				30
				913,00/ 1
				31
				4058,80***

\*Выделение значения полужирным начертанием отражает совпадение данного значения с величиной ритма индивидуальной жизнедеятельности [1]. Значения в скобках являются полусуммой значений, приведённых в таблице.

\*\* Номер (/ №) условно характеризует амплитуду пика (№ 1 – максимальная амплитуда).

\*\*\* $T = 4058,8 = 11,12 \times 365$ .  $T \approx 20 \dots 35$  суток – ротационные периоды Солнца.

Сопоставляя результаты расчётов, выполненных в разное время и по рядам различной природы и продолжительности, отметим, что практически все периоды, установленные в трендовой и диагностической компонентах ряда военно-политических событий представлены в структуре рядов параметров солнечной активности, причём, с высокой степенью соответствия их величин. Кроме того, весьма *близки значения периодов*, выделенных в рядах индивидуальной жизнедеятельности человека и в структуре ряда коллективной военной деятельности. В частности, речь идёт о следующих соответствиях периодов (коллективная деятельность / индивидуальная): 12,57/12,59; 15,18/15,64; 23,19/24,57; 29,89/32,04; 55,68/53,71; 80,34/ (73,04 и 90).

В этой связи добавим, что в монографии сотрудников Крымской астрофизической обсерватории и Таврического национального университета им. В.И. Вернадского формулируется тезис, согласно которому «ключевой вопрос, какие факторы модифицируют поведение человека, будет решен, вероятно, не завтра... Ныне весь этот круг вопросов почти не изучен» [3]. Тем не менее, представления об универсальной цикличности земных процессов и их зависимости от ритмов космоса составляют ядро гелиобиологической концепции А.Е. Чижевского. В частности, учёный писал: «Если бы мы пытались графически представить картину

многообразия этой цикличности, то получили бы ряд синусоид, накладывающихся одна на другую или пересекающихся одна с другой. Все эти синусоиды в свою очередь оказались бы изрытыми мелкими зубцами... В этом бесконечном числе разной величины подъемов и падений сказывается биение общемирового пульса, великая динамика природы, разные части которой созвучно резонируют одна с другой» [5] (рис. 3).



Рис. 3. Графический образ смены фаз колебательных процессов и их синхронизации, определяющий специфику текущей геополитической ситуации, представленный в композиции ежегодного «ребуса» журнала The Economist (2024)

Проблема познания «великой динамики природы», видимо, объединяет не только методы формального анализа цикличности процессов биосферы, процедуру сопоставления их ритмов, не только учёт принципов пространственно-временного согласования событийных рядов, но и опыт сущностного истолкования получаемых результатов – установление первопричины явленного.

Давным-давно архиепископ Константинопольский Иоанн Хризостом (Златоуст; около 347-407 гг.), толкуя известный библейский сюжет, писал: «Если мы узнаем, что это была за звезда, и какая она – обыкновенная, или отличная от прочих, действительная ли была звезда, или только имела вид звезды, то легко будет понять все прочее. <...> Что она была не обыкновенная звезда, и даже не звезда, а, как мне кажется, какая-то *невидимая сила*, принявшая вид звезды, это доказывает, во-первых, самый путь её... Но для чего она явилась? Для того, чтобы обличить нечувствительных... Бог... показывает большую и необычайную звезду, чтобы она поразила их и величиною, и прекрасным видом» (Святитель Иоанн Златоуст. Беседы на Евангелие от Матфея. Беседа 6-я. Толкования на Мф. 2 : 9; [https://bible.optina.ru/new:mf:02:09?s\[\]=звезда](https://bible.optina.ru/new:mf:02:09?s[]=звезда)).

Подобные сюжеты фиксируются не только историческими текстами. На такого рода события богата и современная эпоха. Например, 16 июля 2021 года с помощью космического телескопа *TESS* (англ. *transiting exoplanet survey satellite*), зафиксирована вспышка новой звезды, получившая обозначение *V606 Vul*. Речь идёт о комплексе, разработанном Массачусетским технологическим институтом, предназначенном для поиска экзопланет.

Согласно сообщению «Фотометрия *TESS* излучения новой звезды...», направленной К.В. Соколовским в адрес ресурса *arXiv* 08.11.2023 года, коллективом авторов представлено «исследование этого явления, основанное на космической фотометрии *TESS*. Используются полнокадровые изображения сектора 41 *TESS* для того, чтобы получить кривую блеска галактической новой звезды *V606 Vul*... Кривая охватывает первый из двух основных пиков излучения, который был достигнут через 19 дней после начала события. Новая звезда достигла своей самой яркой визуальной величины  $V = 9,9$  во время второго пика – через 64 дня после начала излучения... Кривая... выявила две особенности явления: *периодические колебания излучения*... и серию изолированных мини-вспышек..., появляющихся,

казалось бы, в случайные моменты времени» (*TESS photometry of the nova eruption in V606 Vul: asymmetric photosphere and multiple ejections?* arXiv: 2311. 04903 [astro-ph. SR]; <https://arxiv.org/abs/2311.04903>).

Согласно статье итальянских учёных «*Evidence of an upper ionospheric electric field perturbation correlated with gamma ray burst*», опубликованной *Nature Communications*, 9 октября 2022 года в 13<sup>21</sup> UTC (16<sup>21</sup> Msk, UTC + 3) зафиксировано беспрецедентное нарушение верхних слоев атмосферы Земли из-за ярчайшей вспышки гамма-излучения за всё время существования человеческой цивилизации; она получила название *BOAT* (англ. *brightest of all time*). Гамма-вспышка порождена космическим взрывом *GRB221009A*, произошедшим на расстоянии около двух миллиардов световых лет от Земли. Взрыв сопровождал коллапс массивной звезды в чёрную дыру (<https://lenta.ru/news/2023/11/15/flares/>).

В частности, как указывают авторы исследования, «в течение последних десятилетий регистрировалось, в среднем, более одного гамма-всплеска в день. Тем не менее, достоверно измеримые воздействия на ионосферу наблюдались редко... Во время космического гамма-излучения, как и в ходе солнечной вспышки, интенсивный поток фотонов высокой энергии может аномально ионизировать нижнюю часть ионосферы, вызывая значительное увеличение плотности свободных электронов. Как следствие, электронная плотность среды растёт, что приводит к изменению проводимости ионосферы... В работе представлены доказательства изменения электрического поля ионосферы на высоте около 500 км, вызванного гамма-всплеском, произошедшим 9 октября 2022 года. Используя как спутниковые наблюдения, так и специально разработанную аналитическую модель, доказано, что *GRB221009A* оказала глубокое воздействие на проводимость ионосферы Земли, вызвав сильное возмущение не только в нижней части ионосферы, но и в верхней её части... Вспышку *GRB221009A* зафиксировали многие космические обсерватории рентгеновского и гамма-излучения мира, в частности *Swift*, *Fermi*, *MAXI*, *AGILE* и *INTEGRAL*. <...> Зенит *GRB221009A* находился над Индией, а поток фотонов «освещал» Европу, Африку, Азию и часть Австралии».

«Кривые гамма-вспышки... представляют собой многопиковую структуру с умеренно интенсивным предшествующим, начинающимся в 13<sup>17</sup> UTC, за которым следуют очень сильное быстрое гамма-излучение, достигающее пика в 13<sup>21</sup> UTC, и продолжительное, устойчивое мягкое гамма-послесвечение... Наблюдения в оптическом диапазоне показали наличие сильного оптического послесвечения... с признаками, указывающими на прародительницу сверхновой звезды» (рис. 4).

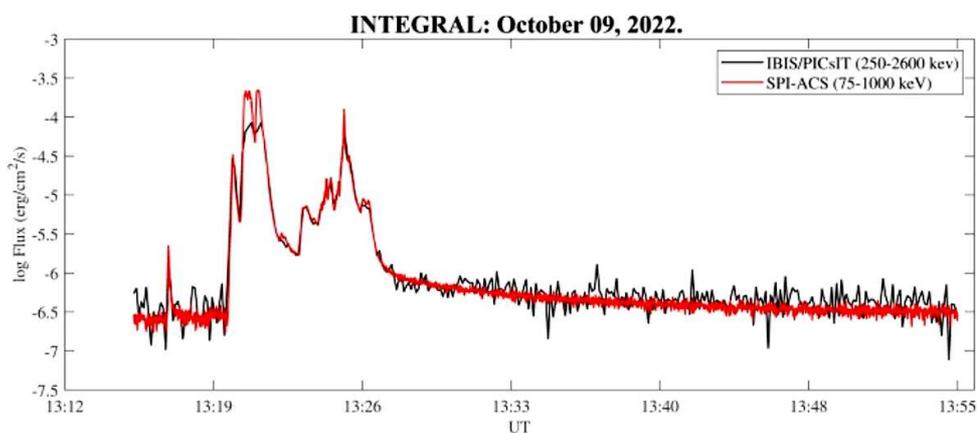


Рис. 4. Временной профиль гамма-вспышки GRB221009A

Авторы допускают, что мощные вариации электрического поля ионосферы, измеренные на высоте 507 км, могли быть вызваны сильным изменением горизонтальной проводимости ионосферы, которая напрямую связана с плотностью её вещества. Распределение общего содержания электронов ионосферы над Европой зафиксировала Глобальная система позиционирования. Согласно рис. 5 (а), выявлено аномальное увеличение плотности электронов между 13<sup>00</sup> и 14<sup>00</sup> UTC, по сравнению с днем ранее и следующим днём, что подтверждает ионизирующий эффект интенсивного гамма-излучения.

Учёными предложена модель изменения электрического поля верхней части ионосферы, вызванного мощным гамма-всплеском (рис. 5, b). Согласно результатам моделирования, «импульсный источник фотонов может генерировать <зафиксированное> изменение электрического поля верхней части ионосферы... только в том случае, если отношение между скоростями образования ( $\alpha$ ) и поглощения ( $\beta$ ) ионов ионосферы превышает 5. Если же это отношение меньше 2, эффект ионизации, по-видимому, не способен вызвать значительного изменения электрического поля». (*Evidence of an upper ionospheric electric field perturbation correlated with gamma ray burst // Nature Communications; <https://www.nature.com/articles/s41467-023-42551-5>; 15 ноября 2023 года*).

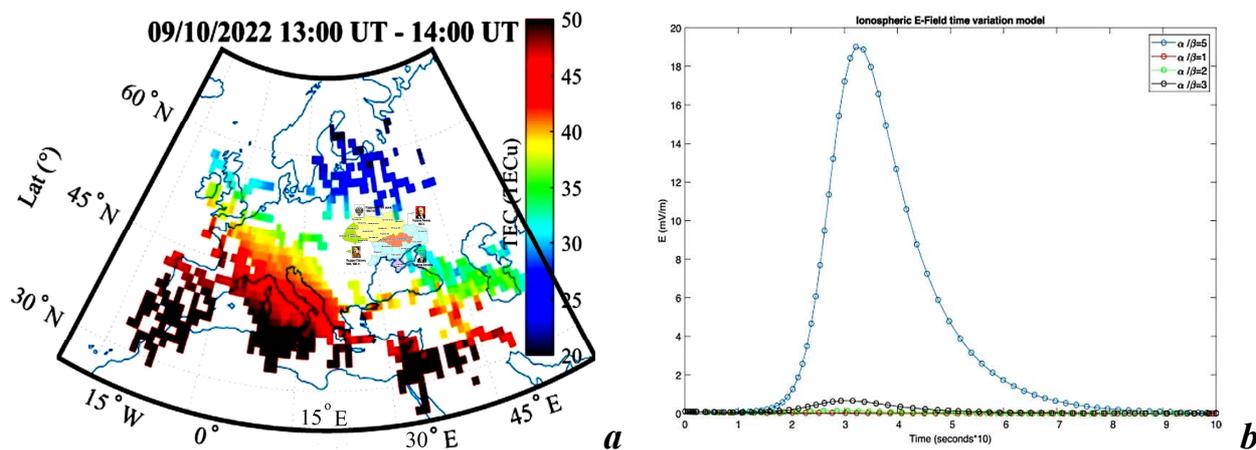


Рис. 5. Карта распределения общего содержания электронов ионосферы (ТЕС) над Европой во время гамма-вспышки GRB221009A (а); результаты моделирования изменения электрического поля ионосферы, вызванного гамма-вспышкой (b)

Подобного рода кривые (см. рис. 4 и рис. 5, b) нами получены в ходе анализа и моделирования динамики эпидемического процесса *COVID-19* в ареале Восточной Европы [4, 6]. В частности, рассматривались ряды нормализованных величин суточного прироста заболевших ( $Gr$ ), скорости суточного прироста заболевших ( $VGr$ ) и удельной – в расчёте на одного заболевшего – скорости прироста их числа ( $UdGR$ ; рис. 5).

В итоге, мы констатируем **графическое подобие** профиля гамма-вспышки *GRB221009A*, построенного в полулогарифмическом масштабе (см. рис. 4), графиков временного хода нормализованных рядов *удельного суточного прироста* заболевших *COVID-19* в некоторых государствах Восточной Европы (см. рис. 5), а также умогательной кривой динамики этногенеза, предложенной Л.Н. Гумилёвым (в данном тексте не приводится).

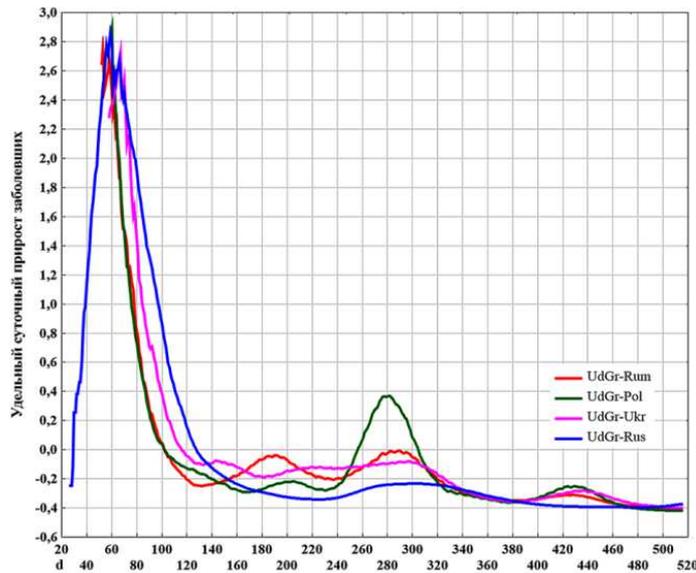


Рис. 5. Временной ход нормализованных рядов удельного суточного прироста заболевших COVID-19 в России (Rus), Румынии (Rum), Польше (Pol) и Украине (Ukr)

Трактуя данное наблюдение в контексте утверждения «форма – содержательна, содержание – оформлено», изложим гипотезу, поясняющую возможный генезис подобных пиков. Для этого обратимся к динамике совершенно земного процесса – интенсивности листопада в смешанном массиве древесных пород.

Объектом наблюдения выступил Центральный парк имени П.П. Белоусова в г. Тула. Оценка доли опавших листьев проводилась исключительно визуально, без применения каких-либо измерительных средств, и усредняла широколиственные (дуб) и мелколиственные (берёза) породы деревьев. Основой формального описания динамики процесса выступила логистическая модель, аналогичная той, которая использовалась при моделировании эпидемии COVID-19 (рис. 7).

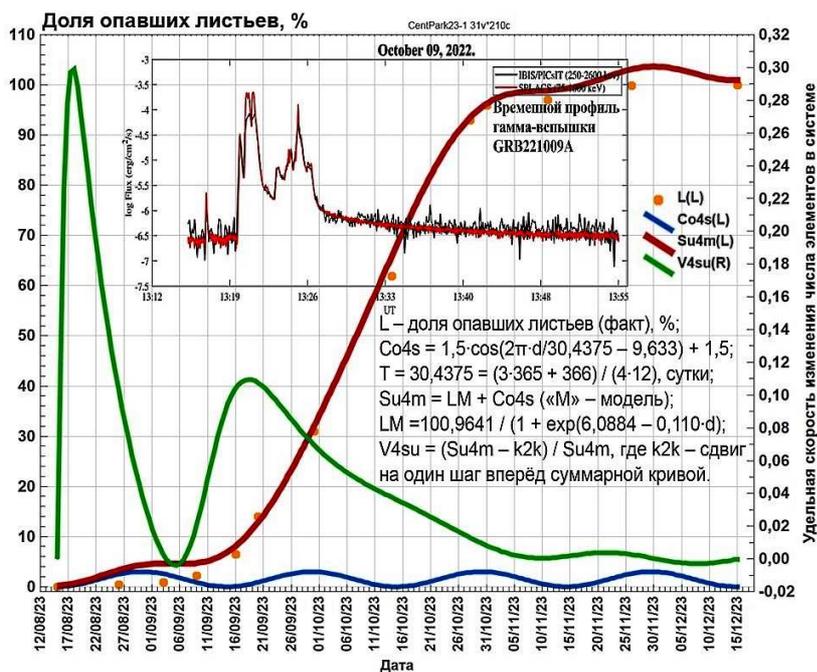


Рис. 7. Результаты моделирования интенсивности листопада в ЦПКиО г. Тулы в 2023 году (врезка: временной профиль гамма-вспышки GRB221009A)

Представленный на рис. 7 график удельной – в расчёте на один элемент – скорости изменения числа элементов в системе ( $V_{su}$ , при  $\Delta t = 1$ ), будь то один организм (в экологической теории), один пациент, один электрон или один элемент формальной системы, получен по суммарной модели ( $Su4m$ ), объединяющей логистическую основу и единичную колебательную моду. Расчёт только по логистической модели не позволяет получить подобного выраженного бимодального пика. Кроме того, форма кривой удельной скорости чувствительна к величине начальной фазы колебательной моды и, в меньшей степени, – к величине периода. Допускаем, что включение в суммарную модель дополнительных высокочастотных мод ещё более сблизит графические образы процессов различной природы.

Укажем, что динамику листопада в ЦПКиО приближает исключительно логистическая модель (рис. 8).

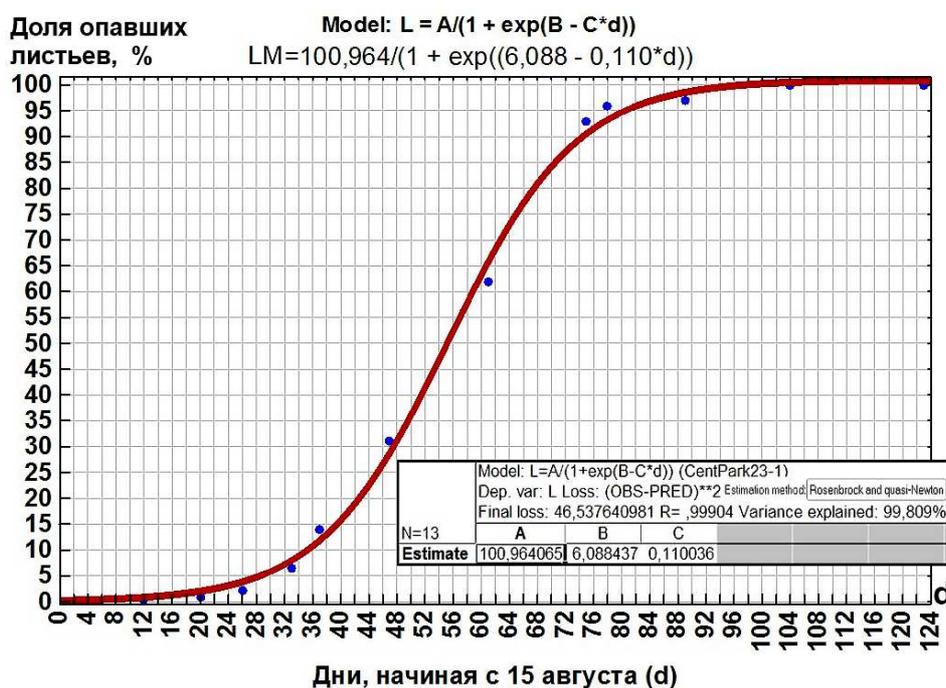


Рис. 8. Результаты приближения интенсивности листопада в ЦПКиО имени П.П. Белоусова (г. Тула) логистической моделью

Автор первого сохранившегося толкования на Откровение Иоанна Богослова архиепископ Андрей Кесарийский писал: «Третий Ангел вострубил, и упала с неба большая звезда, горящая подобно светильнику, и пала на третью часть рек и на источники вод. Имя сей звезде полынь, и третья часть вод сделалась полынью, и многие из людей умерли от вод, потому что они стали горьки. <...> Некоторые говорят, что обозначаемая полынью горечь знаменует поражающую скорбь... грешников... Мы же думаем, что сими обозначаются и *скорби указанного времени*: звезда или указывает на то, что все сие приходит на людей с неба, или знаменует диавола» (Святитель Андрей Кесарийский. Толкования на Откровение, 8 : 10. Ст. 10-11; [https:// bible. optina. ru/ new: otkr: 08: 10? s\[\] = звезда](https://bible.optina.ru/new:otkr:08:10?s[]=звезда)).

В частности, в 2019 году все зарубежные и российские СМИ сообщали, что 15 апреля загорелся собор Парижской Богоматери – Нотр-Дам-де-Пари (48°51'12" с.ш.). В результате пожара обрушился шпиль собора высотой 96 метров, возвышавшийся над его восточной частью. А в последний день октября крупный

пожар произошёл в замке Сюри (город Наха, Окинава; 26°12'44" с.ш.), входящем в список всемирного наследия, полностью уничтожив семь строений, включая главное здание комплекса. Во времена Рюкюского государства замок служил резиденцией японских монархов.

В статье «Геополитический контекст социально-экономического развития России в конце 2018-2019 годах», опубликованной в Вестнике ТулГУ, серии «Экология и безопасность жизнедеятельности» (2019; <http://special.tsu.tula.ru/gs/science/sborn>), мы рассудили так: «Объединяют ли эти события связи какого-либо ряда и стоит ли их рассматривать как наглядные маркеры воплощения подобного ряда, безусловно, покажет время. Однако есть предощущение, что это – весьма недалёкое будущее». И вот это будущее стало настоящим, отмеченным вполне читаемыми символами...

К печальному примеру, военнослужащие *норвежской* армии начали отрабатывать на учениях похороны сослуживцев для моральной подготовки к потерям на войне. «Война на Украине заставила взглянуть на вещи в перспективе. Это – реальная ситуация, которая может произойти в Норвегии», заявил заместитель командира второго отдельного батальона Вооружённых сил страны Альберт Веделер (<https://lenta.ru/news/2023/12/08/norvezhskih-soldat-nachali-gotovit-k-pogrebeniyu-sosluzhivtsev/>).

Итак, в работе установлено подобие картины ритмов гелиогеофизических процессов, определяющих особенности среды жизнедеятельности человека, а также ритмов индивидуальной и коллективной жизнедеятельности, включая ритмы профессиональной деятельности. На этой эмпирической основе мы допускаем, что указанные процессы не являются автономными, а взаимодействуют – в большей (практически, функциональная детерминирующая связь) или меньшей (более слабые связи статистической природы) степени.

### Список литературы

1. Волков А.В. Принципы изучения биофизических механизмов экологически безопасного развития общества // *Безопасность жизнедеятельности*. – М.: Изд-во Новые технологии, 2005. – № 9. – С. 45-50.

2. Вычислительная математика и техника в разведочной геофизике: справочник геофизика / под ред. В.И. Дмитриева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1990. – 498 с.

3. Владимирский Б.М., Темуриянц Н.А., Мартынюк В.С. *Космическая погода и наша жизнь*. – Фрязино: «Век 2», 2004. – 224 с.

4. Вестник ТулГУ. Серия «Экология и безопасность жизнедеятельности» / под общей ред. д-ра техн. наук, проф. В.М. Панарина. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2021. – 382 с. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48123737>.

5. Чижевский А.Л. *Вся жизнь*. – М.: Советская Россия, 1974. – 208 с.

6. Вестник ТулГУ. Серия «Экология и безопасность жизнедеятельности» / под общей ред. д-ра техн. наук, проф. В.М. Панарина. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2022. – 406 с. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50247520>.

# АНАЛИЗ РЫНКА ПРИБОРОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ МАЛЫХ ДОЗ РАДИАЦИИ

В.В. Кудинова, Е.М. Рылеева  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Радиоактивные излучения не воспринимаются органами чувств. Наличие радиоактивных веществ на местности нельзя обнаружить и поражение людей может происходить незаметно для них. Для своевременного и быстрого обнаружения радиоактивных веществ созданы специальные приборы радиационной разведки. Для различных условий радиационной обстановки требуются определенные приборы. В данной работе проанализирован рынок приборов для измерения малых доз радиации.

В 1986 г. на Чернобыльской АЭС произошел взрыв, в результате чего многие регионы, в том числе Тульская область, пострадали от радиоактивных осадков [1]. Радиоактивное облако пролилось над 2036 населёнными пунктами. Общая численность населения Тульской области, проживающего на загрязнённой цезием-137 территории, составила свыше 929 100 человек. В некоторых районах до сих пор сохраняется повышенный радиоактивный фон, в результате которого люди продолжают получать определенную дозу радиационного излучения.

Приборы для измерения полученной дозы излучения называют дозиметрическими. Дозиметрические приборы могут служить для измерения доз одного вида излучения ( $\gamma$  – дозиметры, нейтронные дозиметры и т.д.) или смешанного излучения [2]. Людям, живущим в зараженных регионах, необходим такой прибор для быстрого обнаружения радиоактивных веществ и принятия мер по защите организма от радиационного излучения.

Несмотря на то, что все дозиметры имеют один и тот же принцип работы, существует большое разнообразие их моделей, отличающихся определенными характеристиками. Бытовые дозиметры являются более компактными по размеру (некоторые можно носить в кармане) и обычно имеют относительно небольшую стоимость. Важная особенность бытовых дозиметров – мгновенное оповещение о повышении допустимого уровня радиации, что очень важно при непредвиденном попадании в зараженную зону.

Наиболее интересными моделями дозиметров являются: Радиаскан-701А; Radex Rd 1706; EcoLifePro 1.

Радиаскан-701А – это multifunctional бытовой прибор с чувствительностью ко всем видам радиации, т.е. способен измерять альфа, бета, гамма, рентгеновское излучение (рис.1). Используется для обнаружения радиационных излучений в жилых и общественных объектах, продуктах питания, различных предметах [3]. Это один из немногих дозиметров, способный обнаруживать в помещениях концентрации опасного радиоактивного газа радон. Работает прибор от кремниевого датчика Бета-1-1. Возможна проверка в шести рабочих режимах, что дает возможность пользователю подобрать наилучший режим эксплуатации. Единицы измерения можно установить.

Дозиметр Радиаскан-701А имеет следующие диапазоны измерений различных параметров:

К плюсам можно отнести следующее:

- Высокая точность определения разных видов радиации;
- Гибкость настроек;
- Высокая скорость работы;
- Прочный корпус;
- Поддержка функции проверки продуктов питания;
- Возможно подключение к компьютеру.

Однако данный прибор имеет высокую цену.



Рис. 1. Дозиметр РадиаСкан-701А

Ключевой особенностью дозиметра Radex RD1706 (рис.2) является наличие в нем двух газоразрядных датчиков Гейгера типа СБМ-20 [4]. Это повышает уровень чувствительности к радиационному излучению, что важно при поиске источников радиации. Также наличие двух датчиков повышает скорость детектирования радиации. Измеритель оснащен монохромным дисплеем с подсветкой, на который выводятся полученные значения в микрозивертах/час.



Рис. 2. дозиметр Radex RD1706

К плюсам относятся:

- Доступная стоимость;
- Не требует калибровки;
- Много функций;
- Проверяет разные виды ионизирующего излучения;

К минусам – отсутствие возможности менять единицы измерения и очень чувствительные кнопки, реагирующие на любые касания.

Дозиметр EcoLifePro 1 (рис. 3) измеряет бета- и гамма-лучи. Он работает от высокоточного датчика СБМ-20 [5]. Способен оперативно определять степень радиоактивного загрязнения с высокой точностью за счет двойного алгоритма проверки. Оснащен цветным OLED экраном, на который выводится информация. Накопленная доза указывается за время текущего измерения, суммарно и за все время проведения испытаний. Работает на русском или английском языке.

К плюсам относятся:

- Возможна проверка продуктов питания, воды;
- Высокая скорость работы;
- Доступная цена;
- Возможно сохранение результатов в памяти;

Однако не измеряет альфа, рентгеновские лучи, что является серьёзными минусом, для проведения определенных измерений.



Рис. 3. Дозиметр EcoLifePro 1

Технические характеристики рассматриваемых приборов сведены в таблице.

#### Технические характеристики дозиметров

Наименование прибора	Мощность дозы излучения, мкЗв/ч	Дозы излучения, мкЗв	Диапазон энергий регистрируемых излучений (рентгеновское, гамма, бета-излучение)
РадиаСкан-701А	0,1 – 10 000	1 - 1 000 000	0,05 - 3,0 (все виды излучений)
Radex RD1706	0.05 до 999	Данные отсутствуют	Рентгеновское излучение: от 0,03 до 3; бета-излучение: от 0,25 до 3,5; гамма-излучение от 0,1 до 1,25
EcoLifePro 1	до 1000	от 0 до 10000	гамма – излучение от 0,05 до 3,0; бета-излучение не более 5

Среди вышеперечисленных бытовых дозиметров РадиаСкан-701А, измеряет все виды излучений. Помимо этого, по всем техническим характеристикам он превосходит дозиметры Radex RD1706 и EcoLifePro 1.

Так же, анализируя положительные и отрицательные качества приборов, у дозиметра РадиаСкан-701А обнаружено отсутствие минусов, в отличие от других рассматриваемых дозиметров.

Таким образом, дозиметр РадиаСкан-701А является наилучшим вариантом при выборе приборов для быстрого обнаружения различных видов излучения и в результате, своевременного реагирования людей, проживающих в зонах повышенной радиоактивности, для защиты организма от воздействий радиоактивного излучения.

### Список литературы

1. История России «Чернобыльская авария - взрыв 4-го реактора АЭС» [Электронный ресурс]/URL:<https://istoriarusi.ru/cccp/chernobilskaya-avariya-26-aprelya-1986.html>
2. Микшевич Н.В. Радиационная безопасность / Н.В. Микшевич, Л.А. Ковальчук. – Екатеринбург, 2016. – 182с.
3. Дозиметр РадиаСкан-701А [Электронный ресурс] / URL: <https://radiascan.ru/>.
4. Quarta «Индикатор радиоактивности RADEX RD1706» [Электронный ресурс]/URL:<https://www.quarta-rad.ru/catalog/dozimetr-radiometr-radon/dozimetr-radex-rd1706/>.
5. ООО «БЕЗАР-ИМПЕР» «Дозиметр EcoLifePro 1» [Электронный ресурс] / URL: [https://xn--80akithlabmb.com/dozimetry?product\\_id=8981](https://xn--80akithlabmb.com/dozimetry?product_id=8981)

## ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ И ИХ РОЛЬ В ЭКОНОМИКЕ СТРАНЫ

А.А. Котенко, Н.Н. Афанасьева  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье рассматриваются актуальные вопросы, связанные с топливно-энергетическими ресурсами, их запасами, использованием и влиянием на экономику России.

Рост мирового потребления энергии остается одной из ключевых проблем нынешней эпохи. Основными участниками мирового рынка энергоресурсов являются такие страны, как Китай, США, Россия и страны Европейского Союза.

Одним из самых крупных энергопотребителей с 2009 г. был и остается Китай. В это же время в большинстве азиатских стран (Индия, Индонезия, Малайзия, Южная Корея) также произошел рост потребления энергии. Стоит обратить внимание, что увеличилось потребление энергии и в Японии впервые с 2013 г. Главной причиной увеличения потребления энергии является экономический рост стран. Ключевыми видами топлива в международной торговле являются углеводородные топлива.

В настоящее время на долю стран с развивающейся экономикой приходится около 60 % мирового спроса на первичную энергию. Эти страны увеличивают энергопотребление в основном за счет развития транспорта и инфраструктуры.

Для экономики России проблема энергопотребления также является одной из ключевых, так как совокупная энергоемкость страны в несколько раз превышает общемировые показатели. В соответствии с данными Росстата [4], в

2017 году конечное потребление топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) составило 644,0 млн тонн нефтяного эквивалента, из которых на уголь, кокс и торф пришлось 4,5 %, жидкое топливо – 17,5 %, газообразное топливо – 22,3 %, электричество – 36,7 %, тепло – 18,3 % и на биомассу и отходы – 0,7 %.

Еще одним фактором, влияющим на данную проблему, является постоянное повышение в России стоимости энергоносителей: природного газа, нефти и нефтепродуктов, электроэнергии и т. д. По этой причине доля энергозатрат занимает большую часть в структуре себестоимости продукции в России [3]. Немаловажным будет упомянуть, что доля России в мировых запасах составляет: нефти – около 13 %, газа – 34 %, угля – 12 %.

При оценке вложений и затрат на добычу ресурсов, наблюдается постоянный финансовый прирост к ВВП, что можно видеть по статистике Росстата за 2019-2021 гг. из Российского статистического ежегодника (таблица 1).

Таблица 1

Финансовые результаты и эффективность деятельности организаций, млн. рублей

	2019	2020	2021
<b>Всего</b>	<b>16 632 502</b>	<b>13 418 848</b>	<b>33 915 821</b>
в том числе по видам экономической деятельности: сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство	236 537	504 916	796 984
в том числе:			
растениеводство и животноводство, охота и предоставление соответствующих услуг в этих областях	118 911	399 450	574 642
лесоводство и лесозаготовки	-1 513	-1 713	8 005
рыболовство и рыбоводство	119 139	107 179	214 337
добыча полезных ископаемых	3 359 277	3 331 088	7 353 757
из нее:			
добыча угля	91 902	-58 302	737 371
добыча нефти и природного газа	2 245 775	1 851 886	3 928 406
добыча металлических руд	718 838	1 706 552	1 849 013
добыча прочих полезных ископаемых	109 855	74 758	94 597
обрабатывающие производства	4 202 262	3 674 653	8 503 982

Следует отметить, что прибыль от добывающей отрасли значительно сократилась в 2020 году, в частности, угольная промышленность перестала оправдывать финансовые инвестиции и начала приносить убытки, но этот год совпал с распространением вирусной болезни, охватившей весь мир – COVID-19.

Если рассмотреть более длительный период добычи ресурсов, то, к примеру, в Российской Федерации угольная промышленность является важным источником пополнения федерального бюджета и занимает четвертое место по объёму экспортной выручки, уступая только нефти, газу и продукции металлургии. За 2008-2018 годы суммарные налоговые отчисления отрасли и прочие выплаты предприятий в бюджеты всех уровней составили около 840 млрд рублей, из них только за 2018-й год было внесено более 142 млрд рублей. В 2019-м году в результате падения цен этот показатель составил 100,9 млрд рублей. Объёмы валютной выручки предприятий достигали \$16,8 млрд (для сравнения, поставщики газа обеспечили \$41,6 млрд).

Большую часть угля в России добывают экономичным открытым способом: с 2010 по 2019 годы доля открытой добычи выросла с 68 % до 79 %. Примерно треть шахт в 2019 году работала на глубине более 500 метров, а две шахты в Печорском бассейне были глубже 1 км. Средняя глубина добычи по стране составляла 482 метра, тогда как в 2018 году этот показатель был всего 431 метр. В 2020 году среднесуточная выработка из одной шахты достигла 48837 тонн в сутки, что в 2,2 раза больше, чем в 2010 году. Более 70 % угледобычи обеспечили шахты и разрезы со среднегодовой мощностью 1,6 и 3 млн т соответственно (крупнейшая шахта страны «Инаглинская» – до 12 млн т) [2].

Помимо угля, добыча нефти, газа и электроэнергии и последующий их экспорт также приносят государственному бюджету России крупные суммы денег. Так, например, за период январь-декабрь 2019 года было экспортировано: сырой нефти – 267466,5 тыс. тонн, нефтепродуктов – 142802,2 тыс. тонн, газа природного и сжиженного суммарно – 285,3 млрд. куб. м, электроэнергии – 20049,3 млн. квт/ч, что составило 238795,8 млн. долларов США суммарно. К 2021-му году общая прибыль составила 244230 млн. долларов США [4].

Экспорт одной только нефти за 2019 г. принёс в государственный бюджет страны 424,6268 млрд. долл. США.

Для России топливно-энергетический комплекс (ТЭК) приносит более 50 % доходов федерального бюджета. Также сегодня ТЭК обеспечивает 25 % валового внутреннего продукта и 30 % объема промышленного производства в стране. Благодаря валютным поступлениям от экспорта ТЭР происходит пополнение золотовалютных резервов, Резервного фонда и Фонда национального благосостояния страны. В то же время экспорт ТЭР, а именно таможенные вывозные пошлины, обеспечивает около 15 % доходов государственного бюджета России. Налогообложение отраслей топливно-энергетического комплекса, внутренняя и внешняя торговля энергоресурсами в сумме обеспечивает около трети доходов консолидированного государственного бюджета и около 50 % доходов Федерального бюджета.

Подводя итоги, следует отметить, что топливно-энергетические ресурсы являются основой экономики России, обеспечивая высокий уровень экспорта и значительный вклад в ВВП. Однако зависимость от экспорта энергоресурсов создает определенные риски, поэтому важно развивать другие сектора экономики и повышать эффективность использования энергоресурсов. Также необходимо учитывать экологические аспекты развития энергетики и снижать выбросы парниковых газов.

### **Список литературы**

1. *Статистический Ежегодник мировой энергетики. [Электронный ресурс]. – 2018.*
2. *Дали угля! Российская газета (10 сентября 2020).*
3. *Перевалка угля: экологические особенности в Дальневосточном регионе. Восточный экономический форум (5 сентября 2019).*
4. <https://customs.gov.ru/statistic/eksport-rossii-vazhnejshix-tovarov>.

# ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ЦВЕТА В ИНТЕРЬЕРЕ И ЭКСТЕРЬЕРЕ

П.В. Карамышева  
Тульский государственный университет  
г. Тула

*Аннотация.* В статье рассматриваются возможные психологические воздействия цвета на человека и его восприятие окружающей среды. Было отмечено, что цветом можно добиться необходимого ощущения от помещения, пространств и зданий. Следует учитывать цветовое воздействие при проектировании и оформлении.

Способность восприятия цвета – один из способов чувственного познания мира человеком. Цветом обладает все нативное и искусственное окружение, которые прямым образом воздействуют на чувственное восприятие людей. Реакция на цвет является полной, т.е. она влияет на нас как психологически, так и физиологически, что доказывают эмпирические наблюдения и научные исследования. Эти исследования включают в себя дисциплины психологии, в том числе архитектурной и цветовой психологии, нейропсихологии, эргономики и психосоматики и т. п.

Для психологов предметом исследования является не сам цвет, как физический объект, а человек воспринимающий его [3]. Цвет оказывает влияние на психику человека на бессознательном уровне, что можно использовать для создания нужного настроения и ощущения от конкретного места, а также передать смысловую нагрузку от постройки или помещения. В зависимости от назначения здания, учитывается какой эффект оно должно оказывать на людей, и разрабатываются пространственно-цветовые решения, которые будут оказывать нужный эффект на психологическое и физическое состояние человека. В пример можно привести больницу, облик и внутренности которой выполнены в нейтральных или расслабляющих цветах, чтобы не вызывать излишнего напряжения от пребывания в таком месте.

Можно отметить два типа воздействия цвета на человека: первичное, которое вызывает у нас психофизиологические ощущения, и вторичное, связанное с субъективными или объективными ассоциациями, возникающими от воздействия цвета. Символика цвета, его субъективное восприятие и различное отношение к нему являются важными, ключевыми темами психологов, также, как и экспрессивное цветовое воздействие, как его чувственно- нравственное проявление [2]. Это говорит нам об уникальном восприятии, которое основано на многих факторах, таких как эмоции, ассоциации, символизм синестезия и т. д.

Цвет в интерьере и цвет в экстерьере – неразрывно связанные темы, где одна дополняет и раскрывает другую, особенно если речь идет об общем стиле здания, например, индивидуальный жилой дом. Однако, многие живут в многоквартирных домах или арендуют помещения для конкретных целей, где интерьер и цветовое решение имеет значение только для тех, кто находится внутри.

Таблица 1  
Психологическое воздействие цвета

Цвет	Уровни			
	Физиологический	Психический	Эмоциональный	Ассоциативный
Синий	Холодный, прохладный, влажный	Даль, ширь, тишина, бесконечность	Симпатия, гармония, непосредственность, тоска, дружелюбие	Тоска
Красный	Горячий, теплый, сухой	Динамизм, активность, сила, опасность	Оптимизм, экзотика, фантазия	Оптимизм
Зеленый	Пряный, свежий, кислый, горький	Естественность, живость, успокоение	Надежда, расслабление, надежность, терпимость, безопасность	Естественность
Желтый	Светлый, кислый, ядовитый, горький	Лето, изобилие	Неискренность, ревность, жадность, зависть	Зависть
Белый	Соленый, нежный, чистый, изысканный	Совершенство, идеал, невинность, функциональность	Вечность/начало, религиозность/вера, правдивость, точность	Правдивость
Черный	Скупой, угловатый, твердый	Конец, пустота, элегантность, сила	Магия, печаль, эгоизм, вина, неволя, власть	Сила
Фиолетовый	Экстравагантный	Оригинальность, тщеславие, искусственность	Религиозность, вера, искупление, фантазия	Тщеславие
Коричневый	Хрустящий, ароматный	Уют	Лень, мещанство, скромность, невоздержанность	Мещанство
Серый	Нейтральный	Старость, домашний уют, приспособленчество	Задумчивость, пунктуальность, равнодушие, скромность, бесчувственность	Скромность

Так что первоначально рассмотрим психологическое воздействие цвета в интерьере. Важно учитывать, для каких целей используется то или иное помещение, чтобы оказать максимально нужное воздействие на организм, провоцируя на определенное поведение, проявление нужных эмоций. Воздействиеразличныхсочетанийцветов(цветовыхгармоний)широко используются в общественных пространствах, при организации производственных процессов, для создания психологических акцентов, обеспечивающих увеличение работоспособности и уменьшение утомляемости человека, а также в бытовом комфорте, способствующему активному и наиболее полноценному отдыху [1].

Действительно, цвет в интерьере может оказывать влияние на эмоциональное состояние и работоспособность человека. Например, холодные оттенки, такие как голубой или зеленый, могут создавать спокойную и расслабляющую атмосферу, что способствует отдыху и концентрации. Темные

цвета могут вызывать ощущение удушья и снижать настроение. С другой стороны, яркие и теплые цвета, такие как красный или оранжевый, могут создавать энергичное и бодрящее настроение. Кроме того, проведенные исследования

показывают, что цветовая палитра в интерьере также может влиять на физиологические показатели, такие как сердечный ритм и кровяное давление. Например, нежные пастельные оттенки могут способствовать снижению стресса и улучшению общего состояния. Однако важно учитывать, что предпочтения и восприятие цвета индивидуальны для каждого человека. Что может вызвать приятные эмоции у одного человека, может быть неприятным для другого. Поэтому при выборе цветовой гаммы для интерьера важно учитывать собственные предпочтения и ощущения.

Таблица 2  
Эмоциональное восприятие цвета в интерьере

Цвета			Поверхности		
			Потолок	Стены	Пол
Бежевый	Розовый	Светло-желтый	Возбуждают	Создают ощущение тепла, зрительно сужают пространство	Вызывают чувство зыбкости, хрупкости, ненадежности
Красный	Коричневый	Желто-зеленый	Угнетают, вызывают чувство одиночества	Сужают пространство	Вызывают чувство устойчивости, безопасности
Голубой	Светло-зеленый	Светло-серый	Создают ощущение света, высоты	Создают ощущение простора, прохлады	Вызывают тревогу, неуверенность, выглядят скользкими, неустойчивыми
Серый	Синий	Темно-зеленый	Удручают	Вызывают чувство отчуждения, охлаждают эмоции	Создают ощущение устойчивости и прохлады

Влияние цвета зависит от занимаемой площади восприятия, его яркости и насыщенности. В данном случае, больше – не всегда значит лучше. Яркие или темные цвета достаточно быстро утомляют и перевозбуждают психику, тусклые и светлые действуют расслабляюще, не отвлекают и повышают работоспособность. Также цвет способен давать нужный пространственный эффект: иллюзорно изменять окружающее пространство, зрительно увеличивать или уменьшать пропорции и размеры предметов. В связи с этим можно добиться желаемого восприятия помещения, так темные и светлые цвета уменьшают и расширяют пространство соответственно (Рис. 1, Рис. 2).

Важно учитывать точность зрительных работ в помещении. От цветовых параметров (физиолого-гигиенических), зависят чувствительность зрительного анализатора, и соответственно работоспособность человека. Так цветоразличительная способность глаза гораздо выше в ахроматическом окружении, нежели в цветном. В связи с этим, в помещениях для работ, связанных с точным восприятием цвета, необходимо предусматривать отделку поверхностей интерьера ахроматическими цветами. Но, для точных зрительных работ без требований к цветоразличению, окружение при отсутствии цветовых контрастов, из-за монотонности среды, будет вызывать снижение работоспособности [4].



Рис. 1. Пример интерьера



Рис. 2. Пример интерьера

Что касается экстерьера. Визуальная городская среда оказывает огромное воздействие на эмоциональное и психологическое состояние индивидуума, его поведение в обществе и является важным компонентом жизнеобеспечения человека [5]. Выбор цветовой схемы в градостроительстве играет важную роль в создании комфортной и гармоничной среды для проживания и работы людей. Архитекторы и дизайнеры должны учитывать цветовой эффект каждого элемента конструкции здания. Цвет может влиять на наше эмоциональное состояние и настроение, поэтому выбор цветов для стен, дверей, окон и отделки является важным аспектом дизайна.

Тут влияние цвета на психологию человека примерно такое же, как и в интерьере, однако, масштаб восприятия больше и соответственно больше влияние. Следует учитывать расположение здания относительно окружающей среды, потому что экстерьер оценивается уместностью и органичностью. Например, яркие и насыщенные цвета могут создавать энергичное и активное настроение, подходящее для офисных или торговых помещений. В то же время, нежные и пастельные оттенки могут создавать спокойную и расслабляющую атмосферу, подходящую для жилых помещений или спа-салонов (Рис 3, Рис. 4).



Рис. 3. Пример экстерьера



Рис. 4. Пример экстерьера

Также, цветовые решения могут быть адаптированы к окружающей среде и естественным элементам, таким как природный ландшафт и климатические условия. Например, использование теплых и землистых оттенков может сочетаться с природными цветами и облегчить интеграцию здания в окружающую среду.

Кроме того, цветовой эффект также может зависеть от культурных особенностей и предпочтений людей. Некоторые цвета могут иметь разные ассоциации и коннотации в разных культурах. Например, в западных странах белый цвет часто ассоциируется с чистотой и невинностью, в то время как в некоторых восточных культурах он может быть связан с трауром и печалью.

В целом, цветозология в градостроительстве играет важную роль в создании гармоничной и комфортной среды для жизни работы людей. Благодаря правильному выбору цветовых решений можно создать привлекательное, эстетически приятное и психологически поддерживающее пространство для всех его пользователей.

Можно сделать выводы, о том, что использование определённых цветовых сочетаний в интерьере может оказать благоприятное воздействие на человека, на его психическое состояние, эстетическую удовлетворенность, трудовую или учебную деятельность, бытовой отдых. Объективность психологического влияния цвета на человека доказана экспериментальным путем. Но и не стоит забывать о субъективных цветовых предпочтениях каждого человека.

### **Список литературы**

1. Алгазина Н.В. Колористика в дизайне среды: методические указания / Н.В. Алгазина. – Омск: ОГИС, 2008. – 59 с.
2. Иттен И. Искусство цвета. [пер. с нем. и предисл. Л. Монаховой]. – М.: Д. Адронов, 2010. – 95 с.
3. Корж Н.Н. Проблема цвета в психологии / Н.Н. Корж. – М.: Наука, 1993. – 207с.
4. Краснов М.И. Рекомендации по проектированию цветовой отделки интерьеров общественных зданий / М.И. Краснов. – М.: Стройиздат, 1984. – 64 с.
5. Исследование влияния визуальной среды на здоровье человека [Электронный ресурс]. – URL: <http://unnat42.ru/lib/children/researcher09/visual/01/> (дата обращения: 20.10.2023).

# ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

## МОДЕЛЬ ПАРООБРАЗОВАНИЯ ПРОЦЕССА КИПЕНИЯ СЖИЖЕННОГО ГАЗА ЗА СЧЕТ ТЕПЛОвого ПОТОКА ОТ ГРУНТА

В.П. Мешалкин<sup>1</sup>, В.М. Панарин<sup>2</sup>, А.Н. Кочетов<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Академик Российской Академии Наук,  
г. Москва

<sup>2</sup> Тульский государственный университет,  
г. Тула

<sup>3</sup> Северо-Западное управление Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор),  
г. Санкт-Петербург

*Аннотация.* Содержание статьи посвящено разработке модели процесса парообразования в режиме кипения сжиженного газа за счет теплового потока от грунта. Определена эффективная длительность процесса кипения сжиженного газа за счет теплового потока от грунта, интенсивность процесса парообразования во времени, а также масса испарившейся жидкости за время кипения сжиженного газа. Показана практическая ценность полученных зависимостей.

*Ключевые слова:* сжиженный газ, жидкость, пар, кипение, испарение, парообразование, интенсивность.

### *Введение.*

Прогнозированию оценке последствий аварийных выбросов сжиженного газа посвящен целый ряд работ [1-13], анализ которых показал, что процесс парообразования при аварийном выбросе сжиженного газа является достаточно сложным, включает большое количество процессов от мгновенного вскипания сжиженного газа при разрушении оборудования, кипения за счет теплового потока от грунта с переходом в режим испарения жидкости из пролива.

Несмотря на наличие экспериментальных и теоретических исследований процесса парообразования сжиженного газа, некоторые моменты проблемы до конца не выявлены и требуют дальнейшего анализа и изучения.

Кроме того, в современных моделях расчет парообразования сжиженного газа ведут без учета стадии кипения за счет теплового потока от грунта, что снижает достоверность расчета массы паров участвующих в создании токсичных и паровзрывоопасных сред.

После мгновенного вскипания оставшаяся часть жидкости с температурой кипения разливается на твердый грунт и, получая от него энергию, продолжает кипеть.

Используя решение одномерной нестационарной диффузии, получаем возможность оценить интенсивность поступления теплового потока жидкости:

$$q_{ГР}(\tau) = \frac{\xi \cdot (T_{ГР} - T_{Ж}^K)}{\sqrt{\pi \cdot \tau}}.$$

Соответственно, скорость парообразования сжиженного газа при кипении будет иметь аналогичный вид:

$$J_{ПО}^{ГР} = \frac{q_{ГР}(\tau)}{r_{Ж}} = \frac{\xi \cdot (T_{ГР} - T_{Ж}^K)}{r_{Ж} \cdot \sqrt{\pi \cdot \tau}},$$

где  $r_{Ж}$  – удельная теплота парообразования жидкости.

Интегрирование скорости парообразования дает возможность определить массу жидкости, переходящие в пар за время кипения:

$$m_{ПО} = \int_0^{\tau} J_{ПО}^{ГР} \cdot d\tau = \frac{2 \cdot \xi \cdot (T_{ГР} - T_{Ж}^K)}{r_{Ж} \cdot \sqrt{\pi}} \cdot \sqrt{\tau}.$$

Интенсивность, поступление энергии от грунта затухает  $q_{ГР}(\tau) \propto \tau^{-0,5}$ , и наступает момент, когда этой энергии не хватает для поддержания жидкости при температуре кипения и на образование пара, тогда процесс начинает протекать в режиме испарения с отводом пара воздушным потоком:

$$J_{ПО}^{ГР} = J_{ПО}.$$

Решение данного соотношения дает зависимость для определения эффективного времени кипения:

$$\tau_{КИП} = \frac{\xi^2 \cdot (T_{ГР} - T_{Ж}^K)^2}{\pi \cdot r_{Ж}^2 \cdot J_{ПО}^2}.$$

Из формулы следует, что длительность кипения  $\tau_{КИП}$  является функцией теплового потока от грунта  $q_{ГР}(\tau)$  и необходимых затрат энергии на парообразование сжиженного газа  $q_{ПО}$ , которые зависят от скорости воздушного потока над зеркалом пролива, и определяются скоростью отвода паров, т.е.:

$$\tau_{КИП} = f(q_{ГР}(\tau), q_{ПО}).$$

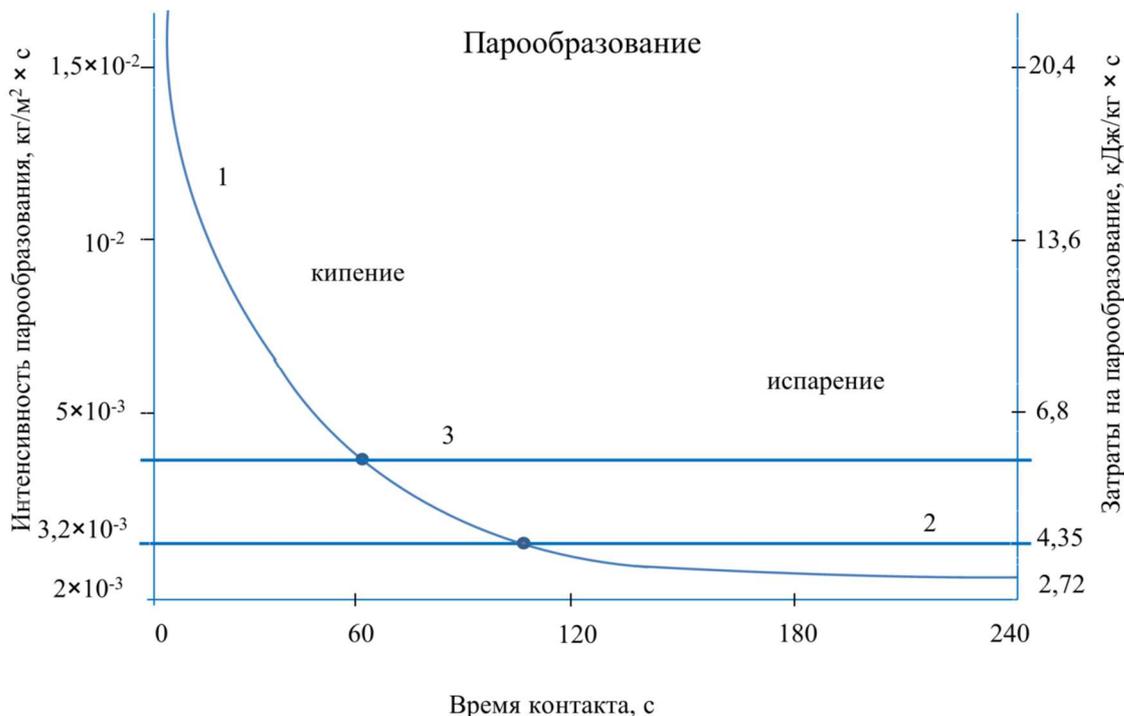
Графическое решение представлено на рисунке для пролива сжиженного аммиака на бетонную поверхность ( $\rho_{ГР} = 2200 \text{ кг} / \text{м}^3$  – плотность материала,  $c_{ГР} = 770 \text{ Дж} / \text{кг} \cdot \text{К}$  – теплоемкость материала,  $\lambda_{ГР} = 1,72 \text{ Вт} / \text{м} \cdot \text{с}$ ) с температурой  $20^\circ \text{C}$  при скорости воздушного потока –  $1 \text{ м} / \text{с}$ .

Для оценки интенсивности процесса парообразования используем широко, известную зависимость, из действующей нормативной правовой документации, а именно Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности [12], имеющую следующий вид:

$$J_{ПО} = 10^{-6} \cdot \eta \cdot P_H \cdot \sqrt{\mu},$$

где  $\eta = 7,7$  – коэффициент, учитывающий скорость воздушного потока,  $P_H = 101,3 \text{ кПа}$  – давление насыщенных паров аммиака при температуре кипения,  $\mu = 17 \text{ кг} / \text{кмоль}$  – молекулярная масса аммиака ( $\text{NH}_3$ ).

Время кипения сжиженного аммиака, рассчитанного по формуле и представленного графического решения составляет – порядка 115 секунд.



Парообразование жидкого аммиака на бетонной поверхности во времени при скорости воздушного потока 1 м/с .

Где, линия 1. – интенсивность кипения аммиака за счет, теплоотдачи твердой поверхности; линия 2. – интенсивность испарения аммиака за счет отвода, паров воздушным потоком.

Увеличение скорости воздушного потока естественно влечет повышение интенсивности процесса парообразования сжиженного газа и соответственно затрат энергии на процесс, а это в итоге снижает длительность процесса кипения за счет тепла от грунта, что наглядно показано на рисунке (линия 3).

В нормативной правовой документации [12] представлена методика оценки длительности процесса кипения взрывоопасных кипящих жидкостей.

Время кипения принимается равной максимальному значению путем сравнения двух величин – характерного времени формирования взрывоопасного облака (времени достижения максимальной массы во взрывоопасных пределах) и характерного времени формирования облака для кипящих жидкостей (это величина полагается равной утроенному времени выравнивания скоростей кипения и испарения за счет действия ветра) по формуле:

$$\tau_{II} = \max \left( \frac{L_{0,5_{HKIP}}}{U_{ветра}}; \left( \frac{3 \cdot (T_0 - T_k)}{r \cdot \sqrt{\pi}} \cdot \xi \cdot \frac{F_{II}}{F_{Ж}} \cdot \frac{1}{m_u} \right)^2 \right),$$

где  $L_{0,5_{HKIP}}$  – расстояние, на котором парогазовая фаза (ПГФ), дрейфующая от пролива площадью  $F_{Ж}$  и скоростью эмиссии  $m_u$ , рассеивается до концентрации  $0,5_{HKIP}$  (м), отсчитывается от наветренной стороны (м);  $U_{ветра}$  – скорость воздушного потока над зеркалом испарения, принимаемая равной 1 м/с .

Представленный материал указывает, что действующая методика [12] явно не отвечает физической сущности протекания процессов кипения и испарения жидкости, когда длительность процесса кипения зависит только от интенсивности

поступления энергии к жидкости. При этом, умалчивает о влиянии скорости воздушного потока на длительность процесса кипения, о чем наглядно показано на Рис. 1 (линия 3), а также о проливе в помещении.

Кроме того, не учитывает сжиженные токсичные вещества, как хлор ( $Cl_2$ ), фосген ( $COCl_2$ ) и т.д. И как быть, к примеру, с наиболее распространенным из них, с аммиаком ( $NH_3$ ), который и токсичен, и взрывопожароопасен в пределах 15,0–33,6 % объемной доли [13].

#### *Заключение.*

Предлагаемый комплекс моделей может использоваться, в частности при:

- проектировании потенциально опасных производственных объектов, на которых получают, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются опасные сжиженные газы;
- разработке инженерно-технических мероприятий по предупреждению, локализации и ликвидации последствий аварий, сопровождающихся выбросом опасных веществ;
- оценке воздействий аварийных выбросов опасных веществ на окружающую среду.

#### **Список литературы**

1. Болодьян И.А. Пожаровзрывобезопасность объектов хранения сжиженного природного газа / В.П. Молчанов, Ю.И. Дешевых и др. // Пожарная безопасность. – 2000. – № 4. – С. 108-121.
2. Кочетов Н.М. Моделирование процесса парообразования сжиженных газов при их аварийном разливе / Н.М. Кочетов // Проблемы анализа риска. – 2009. – Т. 6. – № 3. – С. 64-71. <https://elibrary.ru> ID: 16368919 EDN: NUFFUB.
3. Шебеко Ю.Н. Математическая модель испарения сжиженных углеводородных газов со свободной поверхности / Ю.Н. Шебеко, А.П. Шевчук, И.М. Смолин, В.А. Колосков // Химическая промышленность. – 1992. – № 7. – С. 404-408.
4. Kawamura P.I. The evaporation of volatile liquids / P.I. Kawamura and D. Mackay // Journal of Hazardous Materials. – 1987. – Vol. 15 (3). – P. 343-364.
5. Галеев А.Д. Образование и распространение облаков тяжелых газов при авариях на объектах химической и нефтехимической промышленности: дис. канд. тех. наук: 05.26.03 / А.Д. Галеев. – К., 2006. – 227 с.
6. Едигаров А.С. Прогнозирование зон воздействия при авариях на объектах газовой промышленности методами математического моделирования нестационарных термогазодинамических массообменных процессов: дис. д-ра. тех. наук: 05.15.13 / А.С. Едигаров. – М., 1997. – 434 с.
7. Хлуденев С.А. Оценка воздействия нефтехимических производств на объекты окружающей среды при различных условиях функционирования: дис. канд. тех. наук: 03.00.16 / С.А. Хлуденев. – П., 2007. – 165 с.
8. Воротилин В.П. Математическая модель испарения сжиженного газа при его аварийном разливе на открытых пространствах / В.П. Воротилин, В.Д. Горбулин // Химическая промышленность. – 1992. – № 6. – С. 354-359.
9. Иванов А.В. Разработка методических основ оценки последствий химических промышленных аварий (на примере металлургического комбината): дис. канд. тех. наук: 05.26.04 / А.В. Иванов. – М., 1999. – 243 с.

10. Хлуденев С.А. Некоторые аспекты кинетики испарения опасных веществ с поверхности аварийных проливов / С.А. Хлуденев [и др.] // Бурение и нефть. – 2010. – № 5. – С. 55-58.

11. Кочетов Н.М., Кочетов А.Н. Об эффективной длительности процесса парообразования при кипении жидкости из пролива / Н.М. Кочетов, А.Н. Кочетов // Проблемы анализа риска. – 2016. – Т. 13. – № 5. – С. 12-19. <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2016-13-5-12-19>.

12. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств», утвержденные приказом Ростехнадзора от 15.12.2020 № 533, применяется с 01.01.2021 взамен ПБ 09-540-03. Официальный интернет-портал правовой информации [www.pravo.gov.ru](http://www.pravo.gov.ru), 25.12.2020, № 0001202012250048.

13. ГОСТ 6221-90 Аммиак безводный сжиженный. Технические условия. (с Изменением № 1, утвержденным приказом Росстандарта от 13.10.2008 № 231-ст. Официальное издание. ИУС № 1, 2009) утвержден постановлением Госстандарта СССР от 27.03.1990 № 609, применяется с 01.01.1991 взамен ГОСТ 6221-82. М.: СТАНДАРТИНФОРМ, 2011.

## **ИННОВАЦИОННАЯ СИСТЕМА СТАЦИОНАРНОГО МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАШИННОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

А.С. Меркушев, Д.Ф. Габбасов

Уфимский государственный нефтяной технический университет,  
г. Уфа

***Аннотация.** Целью нашей работы на кафедре «Технологии металлов в нефтегазовом машиностроении» Уфимского Государственного Нефтяного Технического Университета является создание инновационной системы стационарного мониторинга, построенной по схеме, отличающейся от всех существующих. Она должна быть проста во внедрении и эксплуатации, надежна, иметь возможность интеграции с уже имеющимся программным обеспечением, и построена на компонентной базе отечественных предприятий и дружественных стран.*

Современные производственные предприятия, где имеется большой парк машинного оборудования, нуждаются в постоянном контроле за его состоянием для исключения аварийных выходов из строя и своевременного, оптимального вывода оборудования в ремонт. Это повышает уровень промышленной безопасности и снижает затраты на эксплуатацию оборудования, а соответственно увеличивает прибыль компании.

Однако при имеющемся уровне развития систем стационарного мониторинга и стоимости таких систем, далеко не каждое даже крупное предприятие может позволить себе их установку.

Существующие сегодня системы стационарного мониторинга технического состояния машинного оборудования – это сложные комплексы, состоящие из большого количества основного и вспомогательного оборудования. Для их пуска и наладки требуются высококвалифицированные специалисты. Эксплуатация

их связана с постоянной настройкой и доработкой, поверкой и калибровкой, ремонтом.

Целью нашей работы на кафедре «Технологии металлов в нефтегазовом машиностроении» Уфимского Государственного Нефтяного Технического Университета является создание инновационной системы стационарного мониторинга, построенной по схеме, отличающейся от всех существующих. Она должна быть проста во внедрении и эксплуатации, надежна, иметь возможность интеграции с уже имеющимся программным обеспечением, и построена на компонентной базе отечественных предприятий и дружественных стран.

Главные принципы её построения и конкурентные преимущества: уникальность технических решений, максимальная простота и удобство пользования, легкость настройки и установки, низкая цена, возможность интеграции с уже имеющимися сетями предприятия, системами контроля и диагностики, возможность работы в приложении для смартфона, возможность просмотра данных в любой точке мира, где есть интернет. А самое главное, возможность с минимальными затратами обвязать весь парк машинного оборудования и иметь полную картину технического состояния машинного оборудования в каждый момент времени.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

1 Сбор и анализ статистических данных по отказам и случаям работы насосно-компрессорного оборудования с нарушениями.

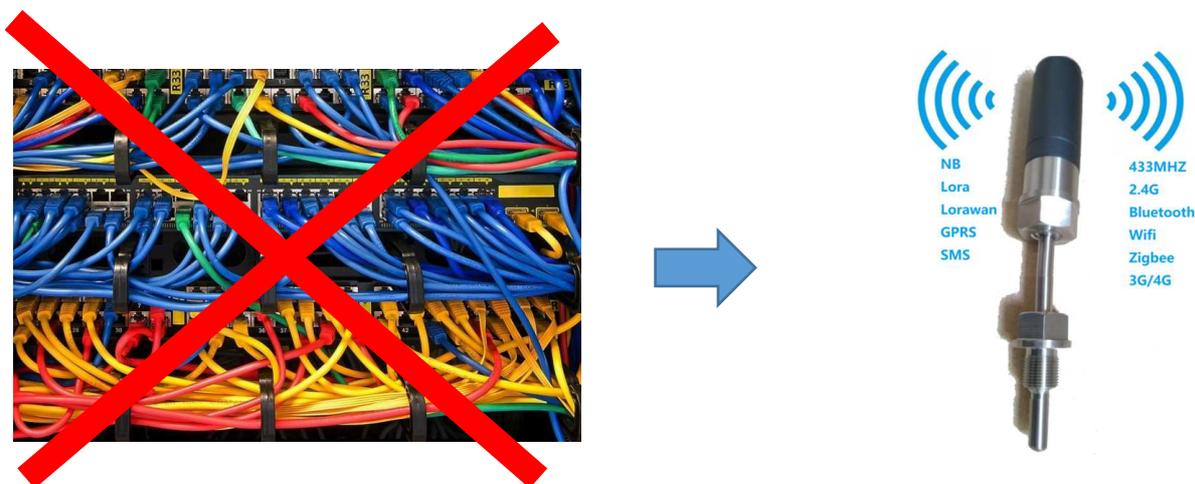
2 Анализ существующих сегодня разработок в области построения систем стационарного мониторинга.

3 Разработка на базе отечественного программного обеспечения простого, универсального и понятного диагностического модуля, который с легкостью интегрируется в уже имеющиеся системные решения.

4 Разработка беспроводного датчика вибрации. Простого, надежного и дешевого.

Предлагаемая система стационарного мониторинга имеет все преимущества уже имеющихся разработок в этой области, но при этом лишена их недостатков.

Первая решаемая проблема показана на рисунке.



Решаемая проблема – это переход от проводной системы к беспроводным коммуникациям

Второй решаемой проблемой является максимальное уменьшение стоимости производства датчика вибрации.

Основными преимуществами инновационной системы стационарного мониторинга являются:

1. Удобство – нет необходимости в многочисленных коммутаторах, сетевых блоках, предусилителях и кабелях подключения.

2. Самонастраиваемая структура – при добавлении или удалении точек, система сама включает их или выключает.

3. Возможность объединения с любыми параметрами работы насосно-компрессорного оборудования, такими как производительность, уровень масла в картере насоса, наличие перекачиваемого продукта в приемном трубопроводе и др.

4. Фиксация в реальном времени всех параметров работы оборудования.

5. Возможность оценки состояния оборудования дистанционно из любой точки, где есть подключение к локальной сети и/или интернету.

Проведенный анализ статистических данных показал, что значительное количество отказов оборудования происходит из-за несвоевременного выявления дефектов и вывода в ремонт. Для оперативного мониторинга технического состояния необходимо оснастить весь парк машинного оборудования системой стационарного мониторинга. Однако предлагаемые сегодня системы являются очень дорогими, сложными, требующими трудоемкой пуско-наладки и высокой квалификации персонала. Поэтому для оснащения всего парка работающего оборудования предприятий актуальным является вопрос поиска и реализации технических решений построения простой, надежной системы, не требующей больших капитальных вложений и не требующей пуско-наладки.

## **РОЛЬ ПАО «ЛЕНСКОЕ ОБЪЕДИНЕННОЕ РЕЧНОЕ ПАРОХОДСТВО» В РАЗВИТИИ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ВОДНОТРАНСПОРТНОГО БАССЕЙНА**

К.И. Киселева, А.В. Зачесов

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»,  
г. Новосибирск

*Аннотация.* Бассейн реки северо-восточной области обладает огромным транспортным потенциалом, он является одним из важнейших элементов географической среды и играет важную роль в жизни Дальневосточного федерального округа и особенно Республики Саха, Якутия. Актуальность обоснуется необходимостью определить важность речного транспорта в развивающейся транспортной системе республики и обсудить потенциальные тенденции оптимизации использования флота в новых условиях для повышения эффективности транспортной сети, в том числе за счет более эффективного использования существующих водных путей на момент анализа.

*Ключевые слова:* ПАО Ленское объединенное речное пароходство, транспортный потенциал, речной транспорт, северо-восточный бассейн.

В особом положении находится северо-восток: Республика Саха (Якутия), Магаданская область и Камчатский край. Несмотря на то, что северо-восток богат

минерально-сырьевыми ресурсами, развивать хозяйственный комплекс в этом регионе собственными силами и средствами не представляется возможным. Основная причина этого – сложные природно-климатические, экономические и социальные условия, сильно отличающиеся от условий других регионов.

Установлено, что расстояние между местами сбора грузов в Республике Саха (Якутия) и других регионах России составляет более 3 тысяч километров. Расстояние между пунктами перевозки грузов внутри Республики и расстояние межобластных перевозок приблизительно равно 4 тысячи километров (порт Осетрово – реки Колыма).

Сложность в технологии доставки грузов также связана с использованием нескольких видов транспорта на одном направлении, что приводит к многочисленным перевалкам грузов. С разных видов транспорта грузы, следующие в глубинные районы от поставщика до потребителя, перегружаются четыре-пять раз.

В результате средняя продолжительность доставки грузов потребителям составляет для северных районов Якутии (Яна, Колыма, Индигирка, Оленёк) – до 500-600 суток.

Водный транспорт является единственным видом транспорта, предназначенным для перевозки массовых грузов на Крайнем Севере. К тому же, предпочтение всегда отдавалось речной флотилии.

Сегодня, в условиях интеграции в мировую экономику за счет экспорта ресурсов и зависимости от цикличности товарных рынков, снижение цен на нефть существенно ухудшило экономическую ситуацию в стране.

Количество санкций с начала 2014 года, ограничивающих доступ к западным рынкам для крупных российских банков и предприятий, имеющих государственное участие, привела также к сокращению инвестиций в отрасль.

ПАО «Ленское объединенное речное пароходство» является одним из крупнейших предприятий республики, осуществляющих перевозки массовых грузов и пассажиров. На рынке транспортных услуг доля «ЛОРП» составляет более 60 % (53 % от общего объема рынка).

По предварительным данным за 10 месяцев навигации 2023 года судами ЛОРП перевезено 1,475 миллионов тонн народно-хозяйственных грузов, в том числе сухогрузов – 1,058 тысяч тонн, нефтепродуктов – 413 тысяч тонн. Транспортная продукция составила 1,305 миллиардов тонно-километров. Для северного завоза было задействовано 92 единицы транзитного флота, включая суда «река-море» общей грузоподъемностью 166 тысяч тонн, в том числе 2 ледокола. Всего в арктические районы доставлено более 423 тысяч тонн грузов, в том числе 325 тысяч тонн угля.<sup>1</sup>

На балансе пароходства находятся более 350 грузовых, буксирных, пассажирских и вспомогательных судов грузоподъемностью 450 тысяч тонн. Ядром являются сухогрузы класса «Сибирский» и танкеры серии Лена-нефть, являясь судами типа реки – море. Они несут ответственность за «северный ввоз» в арктические районы Якутии, на Чукотку и север Красноярского края.

---

<sup>1</sup> Отчет ПАО «ЛОРП» электронный ресурс Дата обращения 01.11.2023. URL: <https://docs.cntd.ru/document/446549819>

В целях обеспечения гарантированного завоза водным транспортом жизнеобеспечивающих грузов в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности, а также на основании требований Федерального закона от 6 октября 1999 года №184-ФЗ «Об общих принципах организации законодательных (представительных) и исполнительных органов государственной власти субъектов Российской Федерации» было утверждено распоряжение Правительства Республики Саха (Якутия) от 29.06.2017 г. №812-р «О Проектной программе «Развитие внутреннего водного транспорта Республики Саха (Якутия) и внутренних водных путей Ленского бассейна». Проект направлен на обновление судов, возраст которых превышает 33 года. Реконструкция судов будет проходить на Жатайском судоремонтно-судостроительном заводе. Проектная мощность верфи – до 10 единиц судов год, объём инвестиций составит 5,7 млрд рублей. Планируется, что реконструкции якутской верфи завершился в 2020 год.

В целях развития внутреннего водного транспорта в Республике Саха (Якутия) в настоящее время осуществляется комплекс мероприятий по строительству Жатайской судовой верфи, что должно позитивно сказаться на модернизации и развитии речного флота. Стоит отметить, что анализ технического состояния ПАО «Ленское объединенное речное пароходство» показал, что основное ядро транспортного флота построено в период с 1960-1986 гг., действующий флот имеет сверхнормативный срок эксплуатации. Критическое устаревание флота Ленского бассейна в рамках государственной программы РФ «Развитие судостроения и морской техники для освоения шельфовых месторождений» проводится работа по созданию высокотехнологичной Жатайской судовой верфи [6]. Будет возведен основной производственный цех судостроения «Блок корпусных производств», открытые стапельные места, необходимые сети и коммуникации. В объемах производственной программы судовой верфи основной упор сделан на строительстве грузового флота, который должен обеспечивать завоз груза в труднодоступные места районов Республики Саха (Якутия). План предусматривает строительство судов технического флота для внутренних водных путей, пассажирских теплоходов и коммерческих судов для добычи морепродуктов.

Несмотря на то, что существующий судовой парк устарел, компания по-прежнему стремится внедрять инновации. Одно из основных направлений – цифровизация флота и береговых подразделений. Судоводные компании все чаще используют современные цифровые технологии для обработки больших объемов информации, чтобы повысить эффективность работы. Это также способствует охране окружающей среды. Главным приоритетом является безопасность на море. Большинство кораблей ЛОРП оснащены необходимым современным оборудованием и средствами связи.

### **Список литературы**

1. Гаджинский А.М. Г 13 Логистика: учебник / А.М. Гаджинский. – 20-е изд. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2019. – 484 с.
2. Гладков Г.Л. Современное состояние и развитие внутренних водных путей России / В сборнике: Эрозионные и русловые процессы. Сборник трудов. Межвузовский научно-координационный совет по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов при МГУ имени М.В. Ломоносова. – М., 2020. – С. 255-277.

3. Григорьев Е.А. Внутренний водный транспорт России: проблемы, перспективы развития, влияние глобализации / Экономика: теория и практика. – 2019. – № 3 (55). – С.27-30.

4. Зачесов В.П., Технология и организация перевозок на речном транспорте: учеб. пособие для студентов вузов вод. транспорта по специальностям: 240100 "Орг. перевозок и упр. на транспорте (вод.)", 060800 "Экономика и упр. на предприятии (транспорта)" / В.П. Зачесов, В.Г. Филоненко. – Новосибирск: Сиб. соглашение, 2018. – 399 с.

5. Распоряжение Правительства Республики Саха (Якутия) от 29.06.2017 г. №812-р «О Проектной программе «Развитие внутреннего водного транспорта Республики Саха (Якутия) и внутренних водных путей Ленского бассейна». Электронный ресурс. Дата обращения 01.11.2023. URL: <https://docs.cntd.ru/document/446549819>.

6. Щербанин Ю.А. Перевозка грузов по внутренним водным путям России: стратегия развития до 2030 года (новые возможности для нефтегазового сектора) / Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. – 2021. – Т. 14. – С. 291- 301.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТРУБНЫХ ПУЧКОВ КОЖУХОТРУБЧАТЫХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ ПРИМЕНЕНИЕМ СВАРКИ ТРЕНИЕМ

Д.А. Маркелов, Н.В. Жаринова  
ФГБОУ ВО УГНТУ,  
г. Уфа

**Аннотация.** Статья посвящена исследованию и совершенствованию процессов изготовления трубных пучков в кожухотрубчатых теплообменниках, используемых на нефтеперерабатывающих заводах, в частности, в установках для гидроочистки дизельного топлива. Основное внимание уделяется применению технологии сварки трением – инновационного метода, обеспечивающего высокое качество соединения металлов при минимальном термическом воздействии. В рамках работы проведен анализ физических и механических свойств сварных соединений, полученных с использованием данной технологии, сравнение их с традиционными методами сварки, а также оценка влияния выбранного метода на эффективность и долговечность теплообменных аппаратов. Исследование включает в себя теоретический анализ и практическое применение сварки трением, что позволяет предложить оптимизированные решения для производства теплообменников, удовлетворяющих повышенным требованиям промышленности.

**Ключевые слова:** сварка трением, кожухотрубчатые теплообменники, производство трубных пучков, инновационные сварочные технологии, механические свойства сварных соединений.

### Введение

Современное производство кожухотрубчатых теплообменников сталкивается с вызовами, связанными с повышением качества и надежности сварных соединений. В этой статье основное внимание уделяется разработке и применению усовершенствованной технологии сварки трением для приварки труб к трубным решеткам теплообменных аппаратов. Особенностью данного

исследования является внедрение новой конструкции оснастки, позволяющей эффективно использовать метод сварки трением вращения в производственных масштабах. Работа опирается на патент РФ № 193803, что подчеркивает инновационный характер исследуемой технологии. Цель статьи – представить результаты испытаний данной технологии, демонстрируя её преимущества и потенциал для повышения эффективности производства теплообменных аппаратов.

### **Актуальность исследования**

Актуальность данного исследования обусловлена постоянно возрастающими требованиями к эффективности и надежности теплообменных аппаратов в нефтеперерабатывающей промышленности. Кожухотрубчатые теплообменники являются ключевым элементом многих технологических процессов, включая гидроочистку дизельного топлива. Однако, традиционные методы сварки, используемые при изготовлении трубных пучков, часто не обеспечивают достаточной прочности и долговечности сварных соединений, что приводит к снижению общей эффективности и надежности теплообменного оборудования. Применение сварки трением, как инновационного метода, позволяющего достигать высокой прочности соединений без значительного термического воздействия на материал, представляет собой перспективное направление в развитии производственных технологий. Внедрение этой технологии значительно повысит качество теплообменников и увеличит срок их службы, что особенно важно для устойчивого и эффективного функционирования нефтеперерабатывающих предприятий. Таким образом, данное исследование направлено на решение актуальных задач повышения качества и надежности критически важного оборудования в нефтеперерабатывающей отрасли, что имеет значительное практическое и научное значение.

### **Направление исследований**

В последние годы в области промышленной сварки наблюдается значительный интерес к технологии сварки трением. Этот метод отличается от традиционных способов сварки тем, что сварное соединение формируется в твердой фазе, без расплавления основного металла. Это достигается за счет приведения поверхностей деталей в тесный контакт, при котором межатомное взаимодействие создает металлические связи, аналогичные тем, что присутствуют в непрерывном куске металла.

Для эффективного создания сварного соединения методом трения необходимо обеспечить активную пластическую деформацию металла в зонах, непосредственно прилегающих к контактирующим поверхностям. Однако, уровень пластичности большинства металлов при нормальной температуре не достаточен для этого, поэтому процесс сварки требует предварительного нагрева деталей до температур, близких к точке плавления, но не превышающих её.

На рисунке 1, представленном в патенте № 193803 РФ, демонстрируется конструкция оснастки для сварки трением, разработанная в рамках данного исследования. Эта конструкция позволяет эффективно применять технологию сварки трением вращения для соединения труб с трубными решетками, что является ключевым элементом в усовершенствовании производства теплообменников. Дизайн оснастки отражает инновационный подход

исследования, направленный на улучшение качества и надежности сварных соединений.

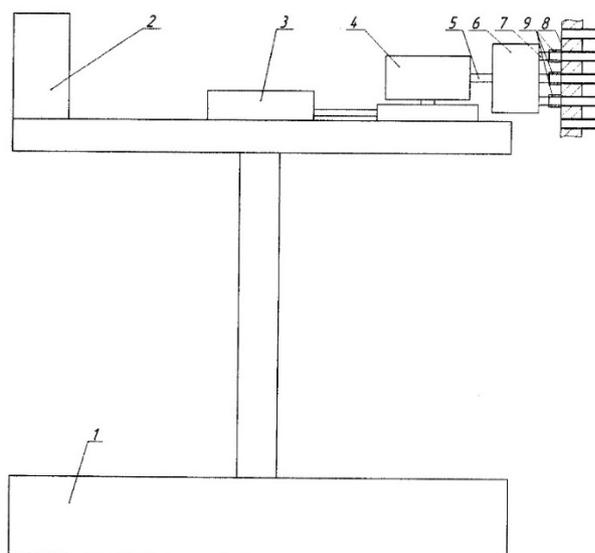


Рис. 1. Устройство для сварки трением комбинированных соединений трубы с трубной решеткой теплообменных аппаратов

Устройство содержит механизм 1 перемещения, на котором закреплены блок 2 управления, силовой привод 3 и привод 4 вращения; силовой привод 3 связан с приводом 4 вращения, который соединен с валом 5, на котором установлено устройство 6 распределения крутящего момента и осевого усилия на рабочие валы 7, располагаемых перед торцевой поверхностью 8 трубной решетки, на конце которых закреплены вращаемые детали 9.

Один из ключевых моментов в производстве кожухотрубчатых теплообменников – это соединение трубы с трубной решеткой. На рисунке 2 представлено соединение узла «труба – трубная решетка» с использованием третьего элемента, что является инновационным подходом в технологии сварки трением. Этот метод позволяет значительно уменьшить время технологического процесса изготовления, обеспечивая при этом высокий уровень прочности соединения.

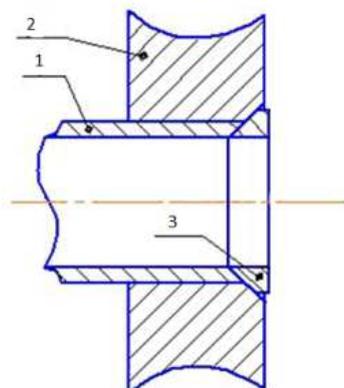


Рис. 2. Соединение узла «труба – трубная решетка» третьим элементом  
1 – труба; 2 – трубная решетка; 3 – приварная втулка

В процессе сварки трением трубы и трубной решетки применяется приварная втулка, которая действует как третий элемент. Это позволяет

равномерно распределить давление и тепло, необходимые для формирования сварного соединения. Благодаря этому достигается высокая степень контроля над процессом сварки, улучшается качество соединения и повышается его надежность.

Сварка трением цилиндрических образцов диаметром 20 мм производилась на машине марки RS 12 фирмы KUKA, Германия. Технические данные машины для сварки трением представлены в таблице 1.

Таблица 1  
Технические данные машины для сварки трением

Характеристика	Значение
Наименьшее свариваемое сечение	51 мм <sup>2</sup>
Наибольшее свариваемое сечение	701 мм <sup>2</sup>
Наименьшее усилие трения	7,9 кН
Наибольшее усилие трения	50 кН

Режим сварки при исследовании представлен в таблице 2.

Таблица 2  
Режим сварки

Частота вращения, об/мин	Осевое усилие, МПа	Продолжительность, с (нагрев/проковка)
3000	2.5	5/1.6

Результаты статических испытаний на растяжение сварных образцов с концентратором представлены в таблице 3.

Таблица 3  
Результаты статических испытаний на растяжение сварных образцов с концентратором

Номер образца	$\sigma_{0,2}$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа
3,1	419,3	824,6
3,2	389,9	822,9
3,3	393,6	772,2
<i>Среднее</i>	400,9±40	806,6±50

Результаты показывают, что сварные соединения с концентратором напряжения значительно превосходят стандартные параметры прочности, установленные ГОСТ 5949-75.

Результаты статических испытаний на растяжение основного металла представлены таблице 4.

Таблица 4  
Результаты статических испытаний на растяжение основного металла

Номер образца	$\sigma_{0,2}$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_5$ , %	$\psi$ , %
2,1	287,8	681,1	45,6	71,0
2,2	291,5	696,4	44,2	70,3
2,3	284,7	686,6	43,2	73,6
<i>Среднее</i>	288,0±20	688±20	44,3±3,0	71,6±3,0

Результаты для основного металла также демонстрируют высокие механические характеристики, что подчеркивает качество используемого материала.

Результаты статических испытаний на растяжение сварных образцов представлены в таблице 5.

Таблица 5

Результаты статических испытаний на растяжение сварных образцов

Номер образца	$\sigma_{0,2}$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_5$ , %	$\psi$ , %
1,1	273,3	646,2	50,3	74,0
1,2	259,7	638,2	48,4	71,4
1,3	277,1	646,7	48,5	72,2
<i>Среднее</i>	270±20	643,7±10	49,1±2,0	72,5±3,0

Результаты показывают, что сварные соединения превышают минимальные требования ГОСТ 5949-75, демонстрируя высокую прочность и пластичность. Это подчеркивает эффективность сварки трением для применения в теплообменниках.

Результаты испытаний на ударный изгиб представлены в таблице 6.

Таблица 6

Результаты испытаний на ударный изгиб

Номер образца	Работа разрушения, Дж	Вязкость разрушения, Дж/см <sup>2</sup>
4,1	130,6	163,6
4,2	167,3	208,9
4,3	160,2	201,1
<i>Среднее</i>	152,7±50	191,2±60

Ударная вязкость сварных соединений выше, чем у образцов из основного металла, что указывает на их улучшенную устойчивость к ударным нагрузкам. Это подтверждает, что сварка трением обеспечивает прочные и надежные соединения.

Проведенные статические испытания на растяжение показали необходимые результаты. Временное сопротивление разрыву и предел текучести сварных соединений на 1 % выше, чем стандартные требования. Это подтверждает высокое качество сварки трением, особенно учитывая отсутствие термической обработки после сварки. Дополнительно были проведены испытания на ударный изгиб. Результаты этих тестов для сварных образцов показали ударную вязкость также на 1 % выше по сравнению с образцами из основного металла. Это говорит о высокой ударной стойкости сварных соединений, что крайне важно для их применения в условиях эксплуатации теплообменных аппаратов.

Исследование и применение усовершенствованной технологии сварки трением в производстве трубных пучков для кожухотрубчатых теплообменников демонстрируют значительные преимущества по сравнению с традиционными методами. Разработанная конструкция оснастки и полученный патент № 193803 РФ подчеркивают инновационный характер данного подхода. Результаты испытаний показывают улучшенные механические свойства сварных соединений, что открывает новые перспективы для повышения надежности и эффективности производства в области теплообменных аппаратов. Дальнейшее развитие и

оптимизация этой технологии могут внести значительный вклад в технический прогресс в области нефтепереработки и энергетики.

### Список литературы

1. Тукаев Р.Ф. Сравнительный анализ сварных швов в узле «труба – трубная решетка» кожухотрубчатого теплообменного аппарата из жаропрочной стали 15Х5М полученных различными способами сварки / Р.Ф. Тукаев, И.Г. Ибрагимов, А.М. Файрушин, А.В. Сисанбаев // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2013. – №5. – С.363-375. URL: [http://ogbus.ru/authors/TukaevRF/TukaevRF\\_1.pdf](http://ogbus.ru/authors/TukaevRF/TukaevRF_1.pdf)

2. Муликов Д.Ш. Модернизация конструкции узла крепления труб к трубным решеткам кожухотрубчатых теплообменных аппаратов из стали 15Х5М / Д.Ш. Муликов, Д.В. Каретников, Р.Г. Ризванов, А.М. Файрушин // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2015. – № 5. – С. 398-410. URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1443260>

3. Патент № 193803 Российская Федерация МПК В23К 20/12 (2006.01), В23К 37/04 (2006.01), В23К 101/14 (2006.01). Устройство для сварки трением комбинированных соединений трубы с трубной решёткой теплообменных аппаратов: № 2019124068: заявл. 23.07.2019 : опубл. 15.11.2019 / Яхин А.В., Токарев А.С., Каретников Д.В., Ризванов Р.Г. – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Уфимский государственный нефтяной технический университет".

4. Ризванов Р.Г. О возможности применения сварки трением для изготовления сварных 142 трубных пучков из стали 15Х5М / Р.Г. Ризванов, Д.В. Каретников, А.М. Файрушин, Д.Ш. Муликов // Прогресивні технології і системи машинобудування. – 2014.– №4.– С.168-173.

5. Яхин А.В. Перспективы использования сварки трением в нефтяном машиностроении / А.В. Яхин, Е.А. Удалова // Материалы XIII Международной научнопрактической конференции молодых ученых «Актуальные проблемы науки и техники-2020». Т.2.– Уфа: Изд-во УГНТУ, 2020.– С. 257-258.

6. Патент РФ №2524468, МПК51 В 23 К 20/12, В 23 К 31/02. Способ соединения узла «труба-трубная решетка» сваркой трением / Каретников Д.В., Ризванов Р.Г., Муликов Д.Ш., Баландина А.Г., Файрушин А.М.; заявитель и патентообладатель Уфа.УГНТУ. – 2012149757/02; заявл. 21.11.2012 // Опубл. 27.07.2014.– Бюл. № 21.– 6 с.

7. Муликов Д.Ш. Модернизация конструкции узла крепления труб к трубным решеткам кожухотрубчатых теплообменных аппаратов из стали 15Х5М / Д.Ш. Муликов, Д.В. Каретников, Р.Г. Ризванов, А.М. Файрушин // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2015.– №5.– С.398-410.

8. Муликов Д.Ш. Оценка возможности применения сварки трением для изготовления теплообменного оборудования из стали 15Х5М / Д.Ш. Муликов, Р.Г. Ризванов, Д.В. Каретников, А.М. Файрушин // Сварочное производство. – 2016. – №3.– С.47-51.

# ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРНЫХ И ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ СВОЙСТВ ПОРОШКОВ $Y_3Al_5O_{12}:Ce$ , СИНТЕЗИРОВАННЫХ С ДОБАВЛЕНИЕМ БОРНОЙ КИСЛОТЫ

Р.Г. Медведев, У.А. Марьина, Б.Б. Синельников, Г.Г. Меграбян  
Северо-Кавказский федеральный университет, ООО НПФ «ЛЮМ»,  
г. Ставрополь

*Аннотация.* В статье приводятся результаты исследования люминесцентных материалов  $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ , синтезированных с добавлением борной кислоты. Представлены спектры люминесценции серии образцов, выполненной по концентрации борной кислоты, а также результаты гранулометрического анализа порошков до и после отмычки в азотной кислоте.

**Ключевые слова:** иттрий-алюминиевый гранат,  $H_3BO_3$ , люминофоры.

Повышение КПД белых светодиодов является важной задачей. Один из способов – повышение интенсивности люминесцентных составов, которые используются в производстве белых светодиодов. На сегодняшний день наиболее широкое применение получили люминофоры на основе иттрий-алюминиевого граната, активированные ионами церия  $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ . Известно множество работ, в которых авторы предлагают различные способы синтеза этих составов, изменяют технологию с целью улучшения спектральных и морфологических свойств порошков. Важным аспектом является применение в процессе синтеза специальных добавок – плавней, которые позволяют не только снизить температуру термообработки шихты, но и модифицируют структуру люминофоров  $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ , значительно улучшая их оптические свойства. Наше внимание привлекли работы [1-3], в которых авторы используют в процессе синтеза борную кислоту  $H_3BO_3$ . Отмечено положительное влияние этого плавня на люминесценцию  $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ .

Для подготовки шихты в наших исследованиях использовался раствор борной кислоты  $H_3BO_3$ . Процесс изготовления был следующий: оксид иттрия, оксид алюминия и смешивались в емкости в стехиометрических соотношениях, затем к ним добавлялся активатор - нитрид церия и раствор борной кислоты в концентрации 0, 1, 2, 3, 4 %. Полученные смеси доводили до состояния пасты и высушивались в сушильном шкафу. После образцы просеивали через сито и помещали в алундовые тигли для последующей прокалки. Прокалка производилась 3 часа при температуре 900 °С, а затем 19 часов при температуре 1500 °С. После прокалки образцы просеивались через сито. Часть образцов отбирали и отмывали в горячей азотной кислоте для удаления пленки борного ангидрида с поверхности люминофора.

Результаты исследований показали значительный прирост интенсивности люминесценции по сравнению с образцом без плавня (Рис. 1).

Помимо увеличения интенсивности, борная кислота повышает твердость спекшихся порошков, а также увеличивает средний размер частиц, что является не желательным эффектом (Рис. 2).

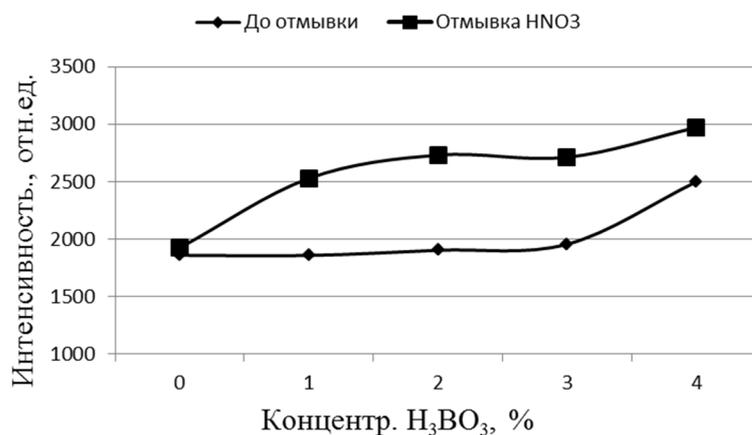


Рис.1. Зависимость интенсивности от концентрации H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>

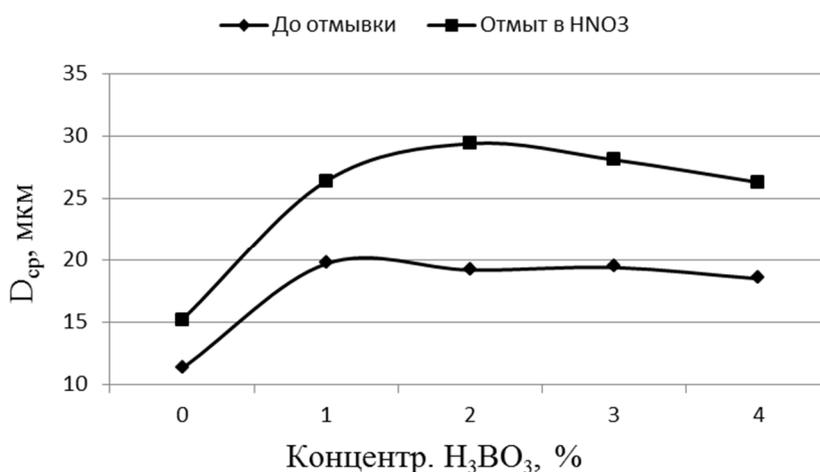


Рис. 2. Зависимость размера частиц от концентрации H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>

Исследования показали, что использование H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> в качестве плавня повышает интенсивность люминесценции Y<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>:Ce<sup>3+</sup>, наибольшие значения соответствуют концентрации борной кислоты 4 % от массы шихты. Отмывка готовых образцов в кислоте позволяет получить дополнительный прирост интенсивности люминесценции. Средний размер частиц люминофора увеличивается от 12 до 20 мкм, а после отмывки до 30 мкм.

### Список литературы

1. Won C.W. Efficient solid-state route for the preparation of spherical YAG:Ce phosphor particles / C.W. Won, H.H. Nersisyan, H.I. Won, J.H. Lee, K.H. Lee / *Journal of Alloys and Compounds*, 2010. – P. 2621-2626.
2. Tucureanu V. Synthesis and characterization of YAG:Ce phosphors for white LEDs / V. Tucureanu, A. Matei, A.M. Avram // *Opto-Electronics Review*, 2015. – P. 239-251.
3. Xu S. Effect of fluxes on structure and luminescence properties of Y<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>:Ce<sup>3+</sup> phosphors / S. Xu, L. Sun, Y. Zhang, H. Ju, S. Zhao, D. Deng, H. Wang, B. Wang // *Journal Of Rare Earths*, Vol. 27, No. 2, 2009. P. 327.

# ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ СТЕНД ПОТОКОВОГО ТЕСТИРОВАНИЯ АКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ ЛАЗЕРОВ НА ОСНОВЕ ER:YAG

А.А. Чубова, У.А. Марьина, А.Н. Белоусов  
ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»,  
г. Ставрополь

*Аннотация.* Описание разработки испытательного стенда для тестирования активных элементов из кристалла ER:YAG. Стенд был выполнен для проведения потокового снятия выходных энергетических параметров элементов, полученных после выращивания и обработки кристаллов ER:YAG. Преимущество данной разработки заключается в том, что предприятие может контролировать выходные характеристики выращенных кристаллов.

Фотоника является одной из основных отраслей промышленности, в значительной степени определяющих уровень производственных процессов в передовых странах. Ее использование способствует обеспечению широкого спектра актуальных потребностей современного человека. С активным развитием лазерной индустрии, наблюдающимся в последние годы, и постоянным повышением требований к параметрам излучения лазерных систем, вопрос определения и анализа энергетических характеристик активных элементов становится особенно актуальным [1].

На данный момент иттрий-алюминиевый гранат, легированный эрбием (ER:YAG) является одним из наиболее востребованных элементов в лазерной технике из-за сложной структуры энергетических уровней редкоземельных ионов эрбия. Данная особенность позволяет генерировать лазерное излучение в диапазонах видимого света (500-600 нм), ближнего (1500 нм) и среднего (2900 нм) инфракрасного излучения. В связи с этими свойствами, эрбиевые материалы являются одними из наиболее востребованных в области лазерной техники на протяжении последних десятилетий [2].

Важным является процесс исследования выходных параметров для ER:YAG элементов. Основная сложность, которая возникает при выращивании кристалла ER:YAG из расплава – неравномерное распределение примесей по всей длине растущего кристалла. В начале роста концентрация активатора минимальна, но постепенно увеличивается и достигает максимума к концу процесса. Это вызывает сложности при производстве лазеров на основе данных кристаллов, поскольку разные части одного кристалла имеют разные энергетические характеристики [3]. Для решения данной проблемы был разработан испытательный стенд локального использования для исследований на территории предприятия.

Для потокового тестирования лазерных элементов на основе ER:YAG создан специальный лазерный стенд, который состоит из следующих основных систем: твердотельного лазера, системы накачки активного лазерного элемента, датчика для измерения энергии лазеров, портативного измерителя мощности и энергии лазера и источника питания.

Для юстировки измерительного стенда используется стабильный твердотельный лазер с диодной накачкой, излучающий в «желтом» диапазоне с длиной волны 589 нм. Лазер работает в комплекте с блоком питания со

встроенным контролем температуры и силы тока, с возможностью внешней модуляции. Желтый твердотельный лазер в данной работе используется по причине того, что только он способен проходить сквозь кристалл *YAG:Er*.

Важной деталью измерительного стенда является система накачки активного лазерного элемента. Она состоит из отражателя (внутри которого расположен сам лазерный элемент и лампа накачки (рисунок), блока питания и двух внешних зеркал, которые имеют разный коэффициент пропускания.



Эскиз импульсной лампы прямой накачки

Для измерения энергии импульса излучения используется портативный микропроцессорный измеритель мощности и энергии лазера «*VEGA*». Этот прибор работает вместе с датчиками на термоэлементах, а также на пьезоэлектрических и фотодиодных датчиках.

Для измерения тепловой мощности и энергии коротких лазерных импульсов используется чувствительный датчик «*Ophir Photonics 12A-P*», обладающий низким уровнем шума и дрейфа. Принцип работы датчика заключается в том, что сам датчик состоит из нескольких термопар, соединенных последовательно. Когда лазерный луч попадает на поверхность датчика, он поглощается и преобразуется в тепло, которое вызывает температурный градиент на датчике. В результате термоэлектрического эффекта возникает электрическое напряжение, пропорциональное мощности падающего излучения.

В соответствии с ГОСТ Р ИСО 5725-2-2002 на этапе тестирования полученного стенда был проведен ряд исследований энергии импульса для разных типоразмеров и режимов работы активных компонентов при соблюдении условий повторяемости эксперимента. В качестве образцов были выбраны пять элементов, имеющих форму стержня с диаметром 3 мм и длиной 55 мм. Для получения максимально точных результатов, каждое измерение проводилось 16 раз для каждого из образцов. Измерение энергии импульса проводилось при напряжении 1000 В, установленном на источнике питания накачки лампы.

По результатам измерений можно сказать, что значения энергии импульса отличаются, как и между собой в одном элементе, так и при сравнении элементов. Для более точного представления полученных результатов была рассчитана погрешность энергии импульса лазерных активных элементов *YAG:Er* относительно среднего значения энергии элементов. Исходя из полученных данных статистического расчета энергии импульса погрешность разброса не превышает 11,5 % в каждом элементе, что свидетельствует о пригодности разработанного стенда для проведения измерений.

### Список литературы

1. Ковш И.Б. Фотоника в России: состояние и задачи / И.Б. Ковш // Лазер-Информ, 2019. – №4 (643). – С. 1-16.

2. Егоров-Тисменко Ю.К. Кристаллография и кристаллохимия / Ю.К. Егоров-Тисменко. – Изд-во «КДУ», 2010. – 341 с.

3. Багдасаров Х.С. Выращивание кристаллов иттрий-алюминиевого граната / Х.С. Багдасаров, И.И. Карпов, Б.Н. Гречушников // Обзоры по электронной технике. ЦНИИ «Электроника», 1976. – С. 60-62.

## ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК НА МЕХАНИЧЕСКИЕ И СТРУКТУРНЫЕ СВОЙСТВА КОРУНДОВОЙ КЕРАМИКИ

Д.А. Локтионов, У.А. Марьина, Б.Б. Синельников, И.Е. Черемных  
Северо-Кавказский федеральный университет, ООО НПФ «ЛЮМ»,  
г. Ставрополь

***Аннотация.** Проанализированы способы улучшения механических характеристик корундовой керамики путем введения модифицирующих добавок. Исследован процесс спекания керамических образцов на основе оксида алюминия с добавлением  $\text{CaO-TiO}_2\text{-SiO}_2$ . Установлены оптимальные режимы размола прекурсоров и размеры зерен исходных компонентов для формирования керамических материалов высокого качества. Определен диапазон температур, обеспечивающий получение материалов с хорошими прочностными и электро-физическими характеристиками.*

***Ключевые слова:** оксидная керамика, корундовая керамика,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , керамические материалы.*

Корундовая керамика широко применяется в машиностроении для изготовления тугоплавких и высокотемпературных деталей машин, в военных целях для изготовления бронекерамики с высокими баллистическими характеристиками, в медицине, как материал для создания зубных имплантатов [1-3]. Электрофизические свойства корундовой керамики используют в электроизоляционной, радиоэлектронной и электровакуумной технике для изготовления многих видов изделий. Она получила широкое распространение благодаря таким физическим и механическим свойствам, как высокая прочность, твердость, износостойкость, огнеупорность, теплопроводность, химическая стойкость и высокая электрическая прочность. Температура спекания порошков чистого оксида алюминия  $\alpha$ -модификации составляет 1700-1800 °С, а в присутствии эвтектических добавок – 1550-1650 °С. Относительно высокие температуры спекания и полиморфизм (существует восемь метастабильных модификаций алюминия оксид) представляют собой определенные научно-технические проблемы, инициирующие заинтересованность в оптимизации технологии производства алюмооксидной керамики с одновременным повышением уровня ее физических свойств.

Введение комплексных добавок в состав корундовой керамики обеспечивает снижение температуры спекания изделия на 100-150°С. При этом добавки оксидов иттрия и циркония способствуют формированию однороднозернистой микроструктуры керамики, а в случае добавления оксида титана отмечается коллективная перекристаллизация зерен корунда. Использование небольших добавок 0,3-0,5 мас.% оксидов магния и иттрия вместе с эвтектической смесью в композициях корундовой керамики на основе оксида

алюминия способствует формированию однороднозернистой, плотной структуры материала и улучшению его физико-механических свойств [4].

Для исследования свойств керамики, модифицированной добавкой  $\text{CaO-TiO}_2\text{-SiO}_2$ , получены экспериментальные образцы, синтезированные методом спекания. В качестве исходных реактивов для подготовки спекающей добавки использовались особо чистые порошки  $\text{CaCO}_3$  (38,5 %),  $\text{TiO}_2$  (23 %) и  $\text{SiO}_2$  (38,5 %). Компоненты соединяли в виде пасты, высушивали, просеивали и при температуре 1330 °С в высокотемпературной печи в течение 3 часов. После прокали спекающую добавку размалывали в шаровой мельнице и просеивали. Оксид алюминия также предварительно подвергался размолу до 0,5 мкм с промежуточным измерением гранулометрического состава от 1 до 24 часов. Спекающую добавку добавляли к оксиду алюминия в количестве 1 %. Компоненты смешивали в шаровой мельнице в течении 30 минут с добавлением поливинилового спирта в количестве 5% от массы. Полученную пасту высушивали и просеивали. Статическое прессование порошкообразной массы производили в стальных пресс-формах на гидравлическом прессе. Давление прессования составило 10 МПа. После формования керамический материал спекали при температуре 1500 °С в течение 2 часов.

Полученные образцы имеют форму таблеток с диаметром 15 мм и толщиной 2,5 мм. Относительная плотность 0,94-0,96. На рисунке представлен снимок поверхности образца при увеличении 1000 крат.



Снимок поверхности образца корундовой керамики, сделанный на электронном микроскопе

Теплопроводность составила 16-18 Вт/(мК), температурный коэффициент линейного расширения  $11,5-12 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ , шероховатость необработанной поверхности 0,40-0,50 мкм.

Установлено, что применение спекающей добавки значительно способствует росту зерен и влияет на морфологию керамики. Оксид кальция совместно с диоксидом кремния и титана образуют низкотемпературную жидкую фазу, которая способствует спеканию.

Шаровое измельчение шихты обладает эффектом механической активации, что улучшает однородность смешивания и плотность образования зародышей. В результате плотность керамики повышается.

### Список литературы

1. Pletnev P., Nepochatov Yu. *Production of corundum armored ceramics / Journal of Physics: Conference Serie, 2021. – V. 2131, 042032.*
2. Жолудев Д.С. *Керамические материалы в ортопедической стоматологии. Керамика на основе оксида алюминия / Проблемы стоматологии, 2012. – №5.*
3. M.M.S. Watch, R.M. Khattab, M. Awad, *Thermo-Mechanical Properties of Mullite/Zirconia Reinforced Alumina Ceramic Composites//Materials & Design, vol. 41, 2012. – Pp. 31-36.*
4. Zhao, Q, Li, Z., Zhu Y. *Effect of CaO-TiO<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub> on the Microstructure and Mechanical Properties of Ceramic Corundum Abrasives. Inorganics, 2023. – Vol. 11. – P.187.*

### ИЗОЛЯТОРЫ ИЗ ПРЕССПОРОШКА НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОВАКУУМНОГО СТЕКЛА С48-2

И.Е. Черемных, У.А. Марьина, Б.Б. Синельников, Д.А. Локтионов  
Северо-Кавказский федеральный университет, ООО НПФ «ЛЮМ»,  
г. Ставрополь

*Аннотация.* Актуальность данной статьи обусловлена высоким процентом брака при производстве полупроводниковых диодов, который в большинстве случаев вызван дефектами и трещинами в изоляционном слое из стекла марки С48-2. В нашей работе мы рассмотрели способ изготовления молибденового стекла марки С48-2 для выполнения герметичного спая с коваром, изучили свойства этого стекла и предложили способы прессования стеклотаблеток с использованием стеклопорошка и связующих составов на основе поливинилового спирта и этиленгликоля.

Для многих типов электрических устройств желательно использовать вакуумно-герметичную оболочку, через которую проводники проходят через втулки из изоляционного материала. Это требует, как правило, наличия двух границ раздела или поверхностей соединения между изоляционным материалом и металлическим проводником. Одна такая поверхность находится между вводящим проводником и изолятором, а другая такая поверхность – между изоляционным материалом и частью металлической оболочки. Единственный способ соединения изоляторов с металлами, который зарекомендовал себя действительно надежным в эксплуатации, – это плавкое соединение между ними.

Проблема поиска изоляционных материалов и металлов, обладающих физическими характеристиками, позволяющими образовывать между ними плавные вакуумно-герметичные соединения, была одной из тех, на решение которой было затрачено огромное количество исследований в течение более чем пятидесяти лет. Проблема была решена путем подбора уникальных составов боросиликатных стекол с коэффициентом термического расширения  $(48-52) \cdot 10^{-1}/\text{град}$ , которые позволяли выполнить прочный сплав с коваром, основными составляющими которого являются кобальт, никель и железо [1, 2]. Изоляторы герметичных соединителей (стеклотаблетки) изготавливают из монолитного или порошкового стекла одним из двух способов: из стандартных

стеклянных капилляров; из стеклянного порошка. Стекло марки С48-2 относится к молибденовой группе и предназначено для изготовления изоляторов спеканием из стеклопорошка, оно имеет синий цвет и химический состав:  $\text{SiO}_2$  66,3 %,  $\text{B}_2\text{O}_3$  20,9 %,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  3,5 %,  $\text{Na}_2\text{O}$  3 %,  $\text{K}_2\text{O}$  5 %,  $\text{Li}_2\text{O}$  0,2 %,  $\text{MnO}$  0,6 %,  $\text{CoO}$  0,5 %. Температура размягчения стекла 570 °С. Особенность порошкового стекла – закрытая пористость. В связи с этим оно имеет меньшие значения диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь, повышенную термостойкость и выдерживает большие механические напряжения без образования трещин [3].

Для разработки данного стекла были поставлены следующие задачи: подбор реактивов для изготовления шихты, работа над технологией выливания стекла после расплавления, работа над технологией размолла стеклопорошка, формированием стеклотаблеток с использованием связующего состава, подбор режима отжига стеклотаблеток.

Для подготовки шихты использовались высокочистые реактивы в концентрациях, указанных выше. Компоненты смешивали с использованием дистиллированной воды и готовили пасту. Далее пасту высушивали в течении 18 часов при температуре 150 °С, просеивали и помещали в тигли для расплавления. Плавление стекла осуществляли при температуре от 1300 до 1400 °С. После выливания остывшее стекло помещали в шаровую мельницу и размалывали жидким способом с использованием циркониевого бисера диаметром 1 см в течение 24 часов. Затем стекло отделяли от бисера, высушивали и сеяли. По результатам гранулометрического анализа средний размер частиц составил 1,7 мкм.

Часть стеклопорошка отобрали и подготовили 3 стеклотаблетки массой 3 г каждая, диаметром 20 мм с использованием гидравлического пресса с давлением 10 МПа. Каждую таблетку отожгли при температурах 700, 750 и 800 °С соответственно в течении 5 часов с постепенным охлаждением. В качестве недостатка можно отметить растрескивание таблетки при температуре 800 °С.

Далее при подготовке стеклотаблеток использовали связующие составы. Образцы второй серии готовили с добавлением поливинилового спирта в количестве 0, 3, 5 %. Были подготовлены 3 пасты со стеклопорошком и связующим, которые высушивали, просеивали и прессовали по той же технологии. Отжиг проводили при температуре 700 °С в течении 5 часов с постепенным снижением температуры. Образцы с содержанием 3 и 5 % спирта имеют неоднородную поверхность с серыми включениями и вздутиями.

Третья серия стеклотаблеток с этиленгликолем была подготовлена таким же образом, как вторая. Концентрация этиленгликоля составила 0, 2, 3 % от массы стеклопорошка. Стеклотаблетки правильной формы, по поверхности третей имеются отслоения.

Часть полученного стекла марки С48-2 была протестирована при изготовлении силовых полупроводниковых диодов, были получены хорошие стеклоспаи без видимых дефектов и трещин.

Для формирования стеклоспая при производстве полупроводниковых диодов можно использовать как стеклопорошок, так и уже готовые спрессованные стеклотаблетки. Использование последних значительно удобнее по ряду причин,

однако их изготовление требует тщательного подбора связующих компонентов, температур отжига, особого контроля за чистотой компонентов и т.д. Нарушение технологии изготовления стеклопорошка и стеклотаблеток может привести к возникновению дефектов, микротрещин и электрическому пробое диода.

### Список литературы

1. *Joining pieces of glass to pieces of other inorganic material; Joining glass to glass other than by fusing by fusing glass directly to metal: US2279168A United States. Philip R. Rauscher and Herman H. Schmitt, Wilkinsburg, Serial No. 321,456/*

2. *Microscopy and strength of borosilicate glass-to-Kovar alloy joints seals [электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/248473138> Microscopy and strength of borosilicate glass-to-Kovar alloy joints*

3. Джуринский К. Особенности герметизации радиочастотных соединителей для микроэлектроники / СВЧ-электроника, 2018. – №2.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОГО РАСХОДА ГРУНТОВЫХ ВОД, ФОРМИРУЮЩИХ НАЛЕДЬ У ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ НАСЫПЕЙ

В.И. Коннов, Н.М. Коллекер, Д.А. Мандрыгин

Забайкальский институт железнодорожного транспорта – филиал ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения»,  
г. Чита

*Аннотация.* В настоящей статье рассматриваются вопросы формирования грунтовых наледей в области развития многолетней мерзлоты в Забайкалье. Излагаемые ниже предложения могут использоваться применительно к другим регионам России. В этом случае изменятся лишь параметры залегания грунтовых и наледеобразующих вод, водоносных горизонтов и водоупорного основания.

*Введение.* Механизм наледеообразования за счет грунтовых вод обусловлен в основном промерзанием первого от поверхности водоносного горизонта. При этом исключительно большую роль играет наличие близко расположенного водоупорного слоя. Условия промерзания грунтовых вод в зоне распространения многолетнемерзлых горных пород различны (Толстихин, 1941). Известны следующие три типа надмерзлотных горизонтов (рисунок).

1. Надмерзлотные воды, располагаются в пределах деятельного слоя, полностью промерзающего зимой и сливающегося с нижележащей многолетнемерзлой толщей (тип сливающейся многолетней мерзлоты).

2. Часть надмерзлотных вод находится в деятельном слое, а часть между слоем зимнего промерзания и вечномерзлой толщей (тип несливающейся вечной мерзлоты).

3. Надмерзлотные воды при несливающейся многолетней мерзлоте находятся ниже деятельного слоя в пределах талика.

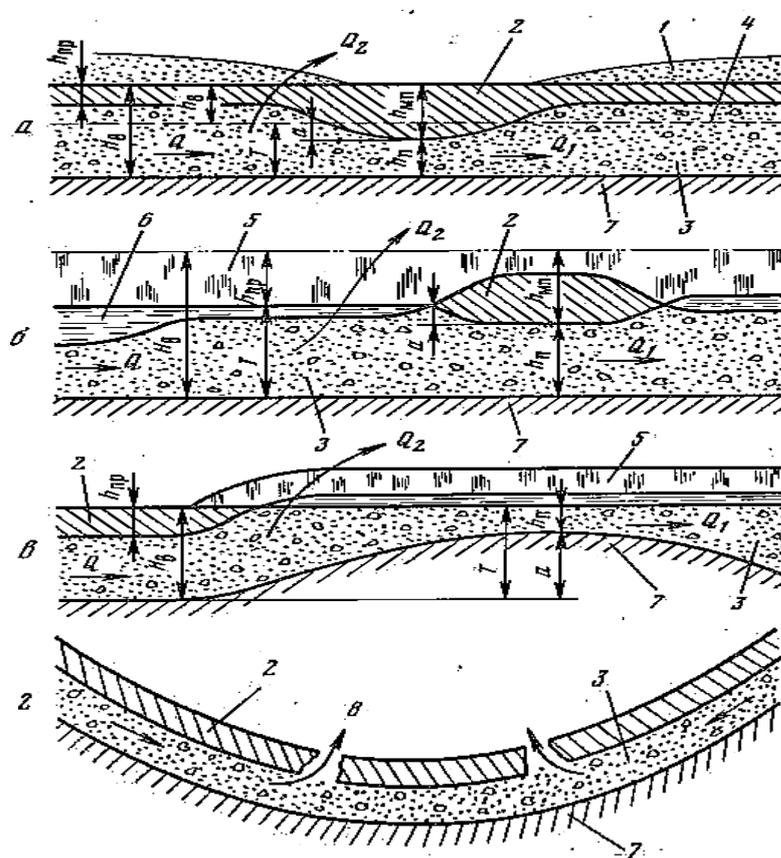
В условиях горного рельефа возведение любого инженерного сооружения (железнодорожных насыпей) неизбежно связано с устройством выемок,

полувыемок, насыпей. При этом водоносные слои грунта обнажаются или углубляются. Если не предусмотреть специальных мер борьбы, то образование грунтовых наледей в таких местах может привести к разрушению или изменению геометрических характеристик сооружений, нарушению экологических требований при строительстве объектов [1, 2, 3].

*Объекты и методы исследования.* Схемы типичных условий формирования наледей надмерзлотных и смешанных вод приведены на рисунке. По схемам а, б налееди образуются на склонах гор, днищах долин и на распластанных участках русел рек (отмелях) при стеснении водоносных слоев талика фундаментами инженерных сооружений. Приняв равномерное движение грунтовых вод перед перемычкой, удельный расход  $Q$  (м<sup>3</sup>/сек) можно записать, используя формулу Л.А. Краснопольского:

$$Q = (H_B - h_B)k_\phi J^{m1},$$

где  $k_\phi$  – коэффициент фильтрации, м/сек;  $J$  – уклон грунтового потока;  $m1$  – коэффициент, учитывающий характер движения потока.



Схемы условий формирования наледей грунтовых (а, в, г) и смешанных (б) вод:  
 где 1 – снежный покров; 2 – промерзший слой грунта; 3 – рыхлые аллювиальные отложения, водоносные; 4 – уровень грунтовых вод; 5 – ледяной покров; 6 – вода поверхностного водотока; 7 – водоупор; 8 – путь движения наледеобразующих вод;  $H_B$  – глубина залегания водоупора;  $h_{МП}$  – глубина промерзания на конец морозного периода;  $h_B$  – глубина залегания зеркала грунтовых вод; глубина промерзания  $h_{П} = H_B - h_{МП}$ ;  $T = H_B - h_B$ ;  $a = h_{МП} - h_B$ ;  $h_{ПР}$  – глубина промерзания за пределами наледного участка;  $Q$  – общий расход грунтового потока;  $Q_2$  – расход потока на образование наледи;  $Q_1 = Q - Q_2$ ; стрелками указано направление движения водных потоков при ламинарном движении  $m^1 = 1$ , при турбулентном –  $m^2 = 0,5$ .

Мощность наледи грунтовых вод определяется объемом излившейся на поверхность воды, который, в свою очередь, зависит от напора фильтрационного потока.

### Список литературы

1. Алексеев В.Р. Основные итоги изучения наледей на территории Сибири и Дальнего Востока / В.Р. Алексеев, Н.Ф. Савко, А.И. Сизиков // Зап. Забайкальского филиала Геогр. Об-ва СССР. – Чита, вып. 92, 1973. – С. 3-19.

2. Дашинимаев З.Б. Устройство дренажных сооружений в районах вечной мерзлоты / З.Б. Дашинимаев, Н.П. Сигачев, К.А. Кирпичников // Образование, наука, производство: сборник статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции / Отв. ред. Д.А. Яковлев. – Чита: Изд-во ЗаБИЖТ, 2018. – С. 96-101.

3. Коннов В.И. Экологическая оценка и мероприятия по защите от загрязнения малых рек Восточного Забайкалья / В.И. Коннов. – Чита: ЧитГУ, 2006. – 126 с.

## МОДЕРНИЗАЦИЯ АДАПТЕРА БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ ДЛЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ ЭМТ КАРЬЕРНОГО САМОСВАЛА

А.Б. Виноградов, К.К. Ермаков, М.И. Холодков

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина,  
г. Иваново

*Аннотация.* В статье рассмотрена модернизация адаптера беспроводной сети, предназначенного для работы с системой управления (СУ) электротрансмиссией (ЭМТ) карьерного самосвала. Устройство выполняет соединение разнотипных сетей, накопление статистической информации и организует беспроводной доступ к параметрам СУ. Адаптер способствует повышению качества и удобства обслуживания ЭМТ. Рассмотрены недостатки первого прототипа, полученные в обратной связи от пользователей. Выполнена доработка и создание новой версии устройства с описанием технических решений, успешно пройдены лабораторные испытания. Новое устройство получило расширенный функционал для диагностики СУ, при этом сохраняя преимущества первого исполнения.

### Введение.

Одной из важнейших задач в области сервиса карьерной техники является повышение качества и удобства технического обслуживания электромеханической трансмиссии (ЭМТ) карьерного автосамосвала (КАС). Поддержание парка тяжелых КАС и обеспечение максимально высокого коэффициента технической готовности машин в условиях горной добычи требует наличие специализированного структурного подразделения [1]. Не все предприятия имеют возможность создать специализированное подразделение для обслуживания техники, поэтому они обращаются за помощью к сторонним организациям. Часто места эксплуатации КАС находятся на большом расстоянии от обслуживающих организаций и сервисных служб производителей, поэтому

сотрудники сервисных служб должны использовать специализированные аппаратные и программные средства для диагностики, мониторинга и настройки оборудования.

Для ускорения процесса первичной диагностики оборудования и повышения удобства сервисного обслуживания ЭМТ был разработан прототип адаптера беспроводной сети [2], который был протестирован в рабочих условиях на базе ООО «СПЕЦАВТОСЕРВИС». Данная компания занимается техническим обслуживанием и ремонтом автотранспортных средств, в частности ремонтом КАС с электромеханической трансмиссией переменного-переменного тока, разработанной НТЦ Электропривода «Вектор» [3].

В процессе тестовой эксплуатации со стороны конечных пользователей были получены ряд пожеланий по усовершенствованию функциональных возможностей адаптера, одно из которых заключалось в необходимости предусмотреть возможность автономной записи информации о работе систем КАС на внутреннюю flash-память накопителя.

В связи с вышесказанным, была проведена модернизация конструкции адаптера беспроводной сети, направленная на обеспечение функции накопления статистической информации о функционировании трансмиссии КАС.

### Описание работы устройства.

Модернизируемый адаптер использует беспроводной канал обмена данными и служит звеном в цепочке ретрансляции в случае удаленной работы с комплектом оборудования, в том числе в варианте соединения системы управления (СУ) с мобильными устройствами.

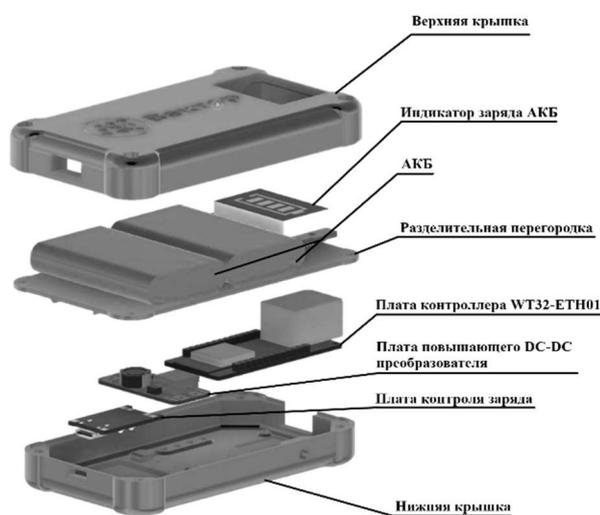


Рис. 1. 3D модель модернизированной версии адаптера



Рис. 2. Внешний вид опытного образца адаптера беспроводной сети

Адаптер позволяет сотруднику сервиса в режиме реального времени наблюдать за параметрами ЭМТ самосвала находясь на палубе транспортного средства, что повышает удобство обслуживания ЭМТ.

Основой адаптера является стандартный модуль ESP32 [4] (Рис 1). Для реализации функция записи статистической информации параметров ЭМТ на внутренний flash накопитель устройства был введен дополнительный режим работы адаптера. Считывание накопленной информации выполняется мобильным устройством, функционирующем на платформе Android или персональным компьютером пользователя через инструментальное ПО компании разработчика адаптера.

Запись информации требует значительный объем flash-памяти. Для получения наиболее полной информации о функционировании узлов и агрегатов системы КАС требуется запись порядка 40 переменных монитора блока контроллера верхнего уровня ЭМТ самосвала [5]. Частота записи пакета данных – 10 миллисекунд. В среднем, время проведения сервисных режимов ЭМТ занимает от 5 минут (подъем/спуск на плечо), до 30 минут (температурные испытания оборудования). В качестве единицы данных были использованы переменные типа long double, занимающие 10 байт. Отсюда, минимально необходимый размер flash-накопителя для записи данных в течение 5 минут можно определить следующим образом:

$$\text{Объем памяти} = \frac{10 * 40 * 5 * 60}{1024 * 1024 * 10 * 0,001} = 11,44 \text{ Мбайт}$$

Поскольку используемый модуль ESP32 обладает 4 Мегабайтами памяти [4], можно сделать вывод, что данного объема было недостаточно для записи длинных логов сервисных режимов работы трансмиссии.

### **Конструкция модернизированного адаптера.**

Исходя из приведенных выше расчётов, для обеспечения функции автономного сбора статистической информации, в конструкцию адаптера была интегрирована дополнительная плата Flash памяти W25Q128. Использование секторов памяти платы реализовано через стандартный интерфейс SPI-flash [4], что расширило объем доступной flash-памяти адаптера до 20 Мбайт. Полученного места достаточно для записи одного опытного режима.

Использование адаптера в режиме автономного сбора данных подразумевает возможность отсутствия физического подключения через предусмотренный конструкцией порт LAN, использованного в исходной версии для питания устройства. Таким образом, для обеспечения автономности работы всего устройства было принято решение добавить в конструкцию дополнительный источник питания в виде аккумулятора.

Исходя из предполагаемого времени работы адаптера в течение стандартного 8-часового рабочего дня для питания всех компонентов устройства были выбраны 2 литий-полимерных аккумулятора (АКБ) емкостью 1800 мАч, соединенные параллельно (Рис. 1). Из расчёта среднего тока потребления модуля ESP32 равного 500 мА предложенное решение теоретически позволяет функционировать устройству без подзарядки 7,2 часа, обеспечивая значительную автономность адаптера при малом занимаемом объёме. Для оценки реального времени автономной работы адаптера было проведено тестирование устройства с данными АКБ в режиме ретрансляции данных. По результатам испытания время

работы адаптера до полного отключения составило 8 часов 20 минут, что достаточно для функционирования в течение одной рабочей смены.

### **Выводы.**

Модернизированная версия адаптера (Рис. 2) не уступает предшествующей модели, сохранены преимущества версии первого исполнения, а также реализованы пожелания конечных пользователей по введению дополнительных функциональных возможностей. Планируется отправка опытного образца в ООО «СПЕЦАВТОСЕРВИС» для тестирования в рабочих условиях.

### **Список литературы**

1. Хамракулов Ё.М. *Норматив на капитальный и текущий ремонт карьерных автосамосвалов* / Ё.М. Хамракулов, Ш.У. Абдукаримов // *Вестник науки*. 2022. №1 (46). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/normativ-na-kapitalnyu-i-tekuschiy-remont-kariernyh-avtosamosvalov> (дата обращения: 15.12.2023).

2. Виноградов А.Б. *Разработка адаптера беспроводной сети для взаимодействия с системой управления ЭМТ карьерного самосвала* / А.Б. Виноградов, К.К. Ермаков, Е.В. Балбушина // *Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии (XXII Бенардосовские чтения): Материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 75-летию теплоэнергетического факультета, Иваново, 31 мая – 02 2023 года. Том 3. – Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2023. – С. 145-149. – EDN MLXXVN.*

3. Виноградов А.Б. *Разработка и исследование комплекта тягового электрооборудования карьерного самосвала грузоподъемностью 240 тонн* / А.Б. Виноградов, Н.Е. Гнездов, С.В. Журавлев, А.Н. Сибирцев // *Труды VIII Междунар. (XIX Всероссийской) конф. по автоматизированному электроприводу АЭП-2014 : в 2 т. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2014. – С. 261-263.*

4. [https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32\\_technical\\_reference\\_manual\\_en.pdf](https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_technical_reference_manual_en.pdf) (дата обращения 15.12.2023)

5. *Результаты разработки и испытаний комплекта тягового электрооборудования карьерного самосвала грузоподъемностью 240 т* / А.Б. Виноградов, Н.Е. Гнездов, С.В. Журавлев, А.Н. Сибирцев // *Электротехника. – 2015. – № 3. – С. 39-45. – EDN TIAOPN.*

## **РЕАЛИЗАЦИЯ КЛАССИФИКАЦИОННОЙ НЕЙРОСЕТИ ГРУППЫ КОНТРОЛЬНЫХ ВЗАИМОСВЯЗАННЫХ ОБЪЕКТОВ СЕТИ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ**

П.Г. Алексеева

Тульский государственный университет,

г. Тула

**Аннотация.** В статье представлено применение нейросетевой прогностики для контроля работоспособности технологического оборудования с реализацией классификационной индексации нейросети группы контрольных объектов. Показана классификационная мнемосхема состояния группы объектов с окнами групповой мнемосхемы.

*Ключевые слова:* нейронная сеть, нейрокомпьютер, классификационная модель, информационно-измерительная и управляющая система, прогностика, мнемосхема.

Основной задачей диспетчерского управления газораспределительных сетей является оценка состояния технологических параметров транспортировки природного газа и работы оборудования. При возникновении нештатных и аварийных ситуаций своевременная их локализация.

Установленные в газораспределительных организациях системы телеметрии для удаленного контроля за объектами газовых сетей позволяют отслеживать параметры оборудования. Установка нейрокомпьютеров в пунктах редуцирования газа дополняет функцией прогноза данных параметров. При возникновении ситуации с прогнозом их значительного отклонения от заданных характеристик, в первую очередь необходимо классифицировать это событие для его своевременного предупреждения и предотвращения.

Классификатор состояния группы объектов на стадии первичной модели решен в качестве классификационной сети MLP с 20-ю входами по каналам давления на 9 контрольных объектах.

На начальной фазе обработки, показания каналов вместе с данными архива аварий рабочей базы данных позволяет кодировать состояние отдельных объектов следующими метками:

*метки ситуаций по каждому из 20 каналов* (по аналогии с кодом AlarmStatus)

0 – норма; 1 – понижение аварийного; 2 – понижение от предаварийного;

3 – превышение предаварийного; 4 – превышение аварийного

*метки ситуаций по объекту* (выдаются на вход нейросети):

0 – норма; 1 – падение давления на одном канале; 2 – падение давления на группе каналов; 3 – предаварийное и аварийное повышение на канале выхода Нд; 4 – повышение давления на одном или нескольких каналах невыхода Нд.

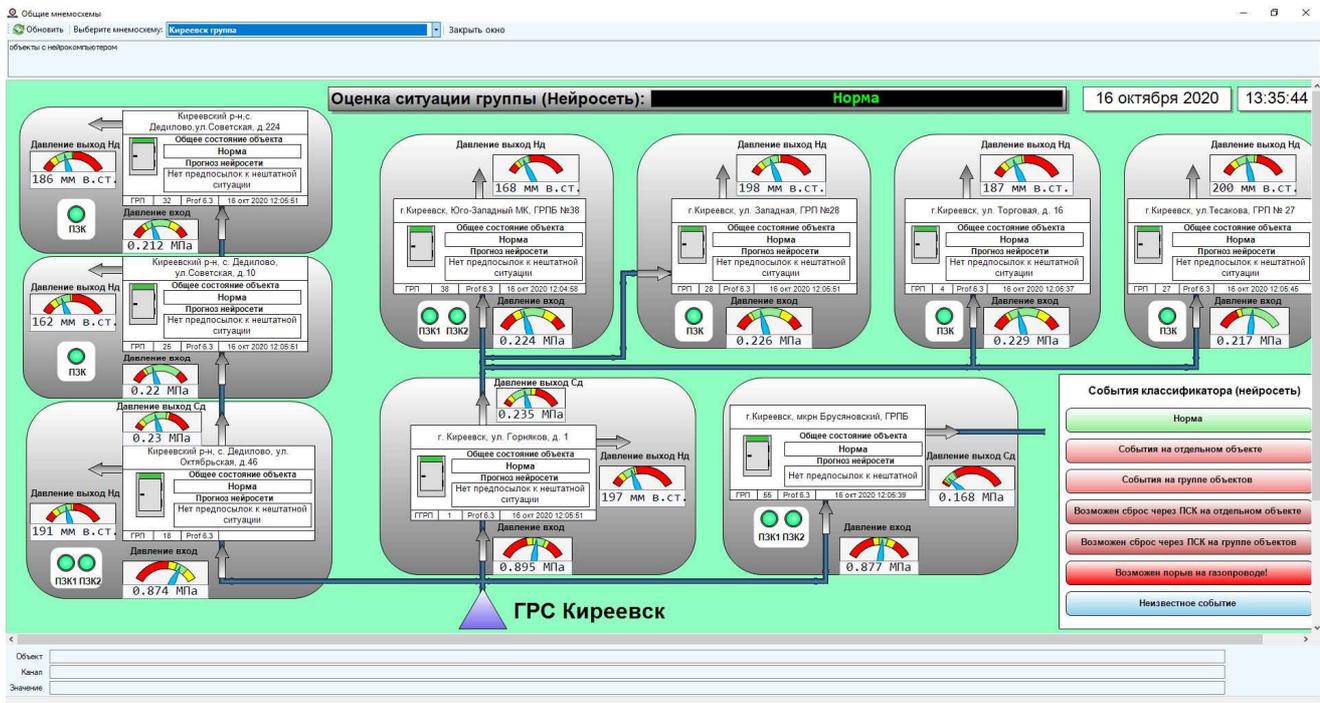
На вход нейросети подаются 9 значений состояний объектов, с соблюдением последовательного расположения объектов. Структура сети – два слоя по 9 нейронов. Выход – шесть вариантов состояния системы, в качестве индекса уникального значения.

*Состояние системы (индексы выходов нейросети):* норма; события на отдельном объекте; события на группе объектов; возможен сброс через ПСК на отдельном объекте; возможен сброс через ПСК на группе объектов; возможен порыв на линии газопровода.

Обучение нейросети ведется до достижения точности весов внутренних нейронов в 0,0001.

В качестве обучающего использован набор в более 2000 записей, представляющих собой 9 входных значений во всевозможных размеченных комбинациях (разметка комбинаций индексами известных состояний сети осуществляется программным способом).

Применительно к контрольным объектам одного из участков сети газораспределения, групповая мнемосхема выполнена следующим образом (рисунок).



Классификационная мнемосхема состояния группы объектов

Окна групповой мнемосхемы:

**Общие:** «Оценка ситуации группы (Нейросеть)» – текущее действительное значение классификатора;

Дата /время – актуальное дата и время системы;

События классификатора – таблица действующих индексов значения состояния сети;

**В отдельных информационных блоках каждого объекта:**

Показания основных каналов давления;

Состояние двери технического помещения (для контроля входа на объект);

Состояние ПЗК (для контроля открытости тех или иных участков газопровода);

Общее состояние объекта – по коду статуса объекта в настоящем времени;

Прогноз нейросети – индекс сообщения регрессионной сети (1-й уровень нейросети, формируемый нейрокомпьютером по каждому объекту);

Информационные данные об объекте – включая время получения последнего актуального значения телеметрии отдельного объекта (актуальное время объекта);

Направления движения газа, иллюстрирующие взаимосвязи объектов между собой.

Созданная и протестированная на реальных данных структура классификации состояния группы объектов реализована на верхнем уровне существующего программного обеспечения диспетчеризации «Монитор телеметрии» в качестве специального функционала «Групповая мнемосхема» и реализована в действующей системе диспетчеризации.

### Список литературы

1. Алексеева П.Г. Создание единой системы цифровых двойников на объектах распределения природного газа с применением нейросетевых

технологий / П.Г. Алексеева, В.М. Панарин, А.А. Маслова // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2022. – № 7. Измерения, контроль, диагностика, стр. 1-6.

2. Диагностика, мониторинг технического состояния, экологическая диагностика и управление состоянием газопроводов при обеспечении надёжности, безопасности и управляемости транспортом газа / Под ред. В.Е. Костюкова. – Нижний Новгород: Изд-во ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2007. – 204 с.

3. Панарин В.М. Информационно-измерительная система прогнозирования и предупреждения аварийных выбросов газа в атмосферу / В.М. Панарин, Л.Э. Шейнкман, А.А. Маслова, Г.Ю. Царьков, К.В. Гришаков, Н.А. Рыбка // Экология и промышленность России. – 2020. – Т. 24, № 5. – С. 9-13.

## **ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО СРЕДСТВАМ РАЗВИТИЯ СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА**

Г.Г. Воронов<sup>1</sup>, А.И. Соляник<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»,

<sup>2</sup> Воронежский филиал ФГАОУ ДПО «Академия стандартизации, метрологии и сертификации»,  
г. Воронеж

***Аннотация.** Данная работа посвящена совершенствованию системы менеджмента качества. Приведены факторы влияющие на эффективность функционирования системы менеджмента качества. Рассмотрены преимущественные характеристики системы сертификации. Отражена важность совершенствования системы менеджмента качества предприятия, для достижения необходимого уровня импортозамещения.*

Современные условия экономического и технического развития заставляют менять и рассматривать различные критерии оценки качества в различных отраслях производства. В настоящее время качество становится одним из важных условий не только успешной деятельности предприятия, но и достижения одной из целей отечественной экономики – повышения уровня импортозамещения. Для компаний, производящих оборудование для предприятий нефтегазовой отрасли, критерий качества является одним из самых основополагающих, поскольку их функционирование напрямую связано с определенным уровнем опасности. На предприятиях в той или иной степени всегда присутствуют факторы, которые сдерживают развитие системы качества. К таким факторам можно отнести: качество проектирования, уровень технологий, качество сырья, условия труда, созданные для персонала и т.д. В то же время с усилением контроля за совершенствованием системы менеджмента качества на промышленном предприятии можно выделить три позиции, наличие которых позволит обеспечить требуемое качество:

- материальная база (сырье и материалы, технологическое и испытательное оборудование, средства измерений, здания, сооружения, транспорт и т.д.);

- квалифицированный персонал, заинтересованный в хорошей работе (человеческий фактор);

- глубоко продуманная организационная структура и четкое управление предприятием в целом и управление качеством в частности [1].

Первые две позиции – активный квалифицированный персонал и материальная база – определяют необходимую основу для выпуска высококачественной продукции. Их можно считать базовыми для достижения требуемого уровня качества. Третья позиция – организация и управление предприятием – дополняет предыдущие и позволяет реализовать возможности, которые создаются материальной базой и человеческим фактором. Важным моментом является человеческий фактор, который базируется на заинтересованности в повышении качества не только руководства предприятия, но и линейного персонала. Поскольку, незаинтересованный работник не будет хорошо работать даже на хорошем оборудовании, а заинтересованный будет искать, находить и использовать любые возможности для достижения высокого качества выпускаемой продукции [2]. Необходимо отметить, что эффективная работа системы менеджмента качества на предприятиях газовой отрасли и нефтеперерабатывающего комплекса невозможна без сертификации в соответствии со стандартами корпоративных, национальных или международных органов. К преимуществам сертификации можно отнести [3]:

- возможность снижения затрат на производство по средствам оптимизации сопутствующих процессов;

- возможность повышения лояльности потенциальных партнеров к бизнесу компании;

- возможность участия в профильных тендерах любого уровня;

- возможность увеличения инвестиционной привлекательности компании;

- возможность продемонстрировать интерес организации, владеющей сертификатом к инновационным рыночным и отраслевым решениям;

- возможность сократить риски поставок товаров и услуг низкого качества;

- возможность создать реально работающую, эффективную базу для любых качественных изменений в работе организации.

Таким образом, можно сказать, что несмотря на то, что практически на каждом предприятии есть система менеджмента качеством, существуют проблемы, снижающие эффективность ее работы. Одной из актуальных задач, является своевременное выявление этих проблем и разработка путей и методик их решения. Такой комплексный подход к совершенствованию системы менеджмента качества позволит не только повысить конкурентоспособность предприятия нефтегазовой отрасли промышленности на рынке, но и будет способствовать развитию прорывных отечественных технологий и повышению импортозамещения.

### Список литературы

1. Скифская А.Л. Система управления качеством на предприятиях нефтяной и газовой отрасли / А.Л. Скифская // *Инновации и инвестиции*. – 2021. – № 2. – С. 69-71.

2. Халзанов Д.П. Система менеджмента качества, разработка и внедрение / Д.П. Халзанов // Бизнес-образование в экономике знаний. – 2022. – № 2. – С. 55-57.

3. Чеснокова С.Ю. Оценка результативности внедрения систем менеджмента качества на предприятиях нефтяной и газовой промышленности / С.Ю. Чеснокова, М.Ю. Дружинин, А.К. Козлова // Вестник АГТУ. Сер.: Экономика. – 2017. – № 2. – С. 31-36.

## Содержание

### ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Кудинова В.В., Маслова А.А. Методы очистки выбросов вредных веществ машиностроительными предприятиями в атмосферу .....	3
Галкина Д.Н. Экологически чистые технологии .....	6
Ананьева Д.С. Экологичные технологии в современном строительстве .....	10
Картошкина К.В. Водная система современного города. малые реки как составляющая часть природно-экологического каркаса .....	13
Козеева К.А. Атомная энергетика. Так ли опасны АЭС? .....	18
Афанасьев А.А., Козеев В.В. Нефть и экология. Спасут ли нас электромобили? .....	21
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Евгеньев К.И., Коверин Г.Д., Гадельшина Д.Н. Способ пожаротушения резервуарного парка нефтепродуктов .....	26
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Евгеньев К.И., Коверин Г.Д., Гадельшина Д.Н. Анализ пожарной опасности технологии хранения и перекачки нефтепродуктов резервуарного парка .....	27
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Евгеньев К.И., Коверин Г.Д., Гадельшина Д.Н. Анализ портретированного дыхания резервуаров при образовании взрывоопасных концентраций .....	28
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Евгеньев К.И., Коверин Г.Д., Гадельшина Д.Н. Анализ возможных причин повреждения резервуаров при образовании взрывоопасных концентраций .....	29
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Евгеньев К.И., Коверин Г.Д., Гадельшина Д.Н. Гидравлические испытания их многофакторность как возможный аспект возникновения повреждения резервуаров в процессе эксплуатации .....	30
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Евгеньев К.И., Коверин Г.Д., Гадельшина Д.Н., Казакова А.В. Влияние вредных выбросов на экологию города в процессе эксплуатации вентиляционных систем .....	32
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Евгеньев К.И., Коверин Г.Д., Гадельшина Д.Н., Казакова А.В. Влияние масляного тумана на экологию города .....	33
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Евгеньев К.И., Коверин Г.Д., Гадельшина Д.Н., Казакова А.В., Игошин Я.Е. Вопросы обеспечения экологической безопасности в серверной комнате .....	34
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Евгеньев К.И., Коверин Г.Д., Гадельшина Д.Н., Казакова А.В., Игошин Я.Е. Вопросы обеспечения безопасности послеаварийного режима работы в серверной комнате .....	35
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Евгеньев К.И., Коверин Г.Д., Гадельшина Д.Н., Казакова А.В., Игошин Я.Е. Вопросы обеспечения экологической безопасности эксплуатационных параметров работы в серверной комнате .....	36
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Евгеньев К.И., Коверин Г.Д., Гадельшина Д.Н., Казакова А.В., Игошин Я.Е. Вопросы безопасности труда при организации абонентской сети .....	37
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Евгеньев К.И., Коверин Г.Д., Гадельшина Д.Н., Казакова А.В., Игошин Я.Е. Организация пропускной способности и экологической безопасности интегрированной широкополосной сети .....	39
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Евгеньев К.И., Коверин Г.Д., Гадельшина Д.Н., Казакова А.В., Игошин Я.Е. Экологическая безопасность Верхнеуслонского района РТ .....	40
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Евгеньев К.И., Коверин Г.Д., Гадельшина Д.Н., Казакова А.В., Игошин Я.Е. Экологическая направленная безопасность верхнеуслонского района РТ .....	41
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Евгеньев К.И., Коверин Г.Д., Гадельшина Д.Н., Казакова А.В., Игошин Я.Е. Особо охраняемые природные территории и памятники природы РТ .....	42

Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Евгеньев К.И., Коверин Г.Д., Гадельшина Д.Н., Казакова А.В., Игошин Я.Е. Совершенствование направлений краеведческой деятельности верхнеуслонского района РТ .....	43
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Евгеньев К.И., Коверин Г.Д., Гадельшина Д.Н., Казакова А.В., Игошин Я.Е. Экологические оценки условий труда на рабочем месте .....	45
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Евгеньев К.И., Коверин Г.Д., Гадельшина Д.Н., Казакова А.В., Игошин Я.Е. Внедрение перспективных бортовых вычислительных систем для решения задач оценки двигателя по продлению ресурса .....	46
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Евгеньев К.И., Коверин Г.Д., Гадельшина Д.Н., Казакова А.В., Игошин Я.Е. Перспективные технологии внедрения черного ящика на автомобильный транспорт .....	47
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Евгеньев К.И., Коверин Г.Д., Гадельшина Д.Н., Казакова А.В., Игошин Я.Е. Искусственное освещение и его влияние на безопасность труда .....	48

## **ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ**

Куркина М.В., Малыхина Л.В. Использование системы Temp Read для определения индикаторов санитарного состояния почвы .....	49
Антоненко Ю.В., Лисицын М.Е., Антюфьев С.В. Проблемы природопользования в современной России .....	52
Зайцев В.П., Бочкарева И.И. Основы ресурсосберегающей технологии переработки автоклавно-содовых растворов вольфрама .....	55
Зайцев В.П. Разработка экстракционной схемы концентрирования и аффинажа вольфрама .....	58
Моргачева Е.А., Пугачева И.Н., Никулин С.С. Применение вторичных полимерных материалов в производстве эластомерных композиций .....	59
Протопопов А.В., Батвинова А.А., Супоня С.А. Исследование набухания аминокетата крахмала .....	61
Бикмаева Н.А., Николаева Е.А., Протопопов А.В. Исследование влияния кислой среды на ацилирование древесины лимонной кислотой .....	63
Курочкина Е.В., Гавриленко Г.А., Протопопов А.В. Изучение влияния катализатора на получение цитратов крахмала в кислой среде .....	65
Штепенко Д.Е., Протопопов А.В. Получение сложных эфиров диэтаноламида жирных кислот растительного масла .....	67
Бикмаева Н.А., Николаева Е.А., Протопопов А.В. Изучение ацилирования диэтаноламида методом ИК-спектроскопии .....	70
Шишкина П.А. Влияние потери лесных угодий на экологию и климат .....	71
Маслова А.А., Репин Д.О. Экологические проблемы антропогенной тепловой энергетики .....	73
Одинцова И.А., Рылеева Е.М. Радиационная обстановка в Российской Федерации .....	76
Кулакова В.И. Современный экополис или стабильный город: перспективы и развитие .....	81
Ларичева В.И. Анализ самых загрязнённых городов России .....	83
Силуянова В.Н. Анализ гармоничного взаимодействия архитектуры с природными стихиями (солнце, воздух, вода, огонь, земля, растительность, материалы) .....	85
Бороздина С.В. Подбор растений при озеленении городских территорий .....	87
Жуликова А.Д. Природные аналоги в архитектуре .....	90
Погодаева А.В. Здоровые и безопасные дома .....	93
Пушилина Ю.Н., Крутина П.А. Анализ экологического состояния самых загрязнённых городов мира .....	96
Пушилина Ю.Н., Наумова О.Д. Проблемы освоения подземного пространства .....	99
Пушилина Ю.Н., Семичастнова Я.А. Круговорот веществ в природе с архитектурной точки зрения .....	102

Чеботарев П.Н., Сидоров С.А. Применение экологических материалов на основе природного сырья .....	105
Велкова Н.И., Наумкин В.П. Растения медоносы в рекультивации земель .....	108

## МЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Дементьева З.А., Плотникова И.Г., Кузнецова О.В., Денисов Е.Н. Использование наночастиц монтмориллонита в производственных технологиях медицины и народного хозяйства .....	110
---	-----

## ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Путилова Т.А. Цифровые технологии в сфере образования .....	112
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Евгеньев К.И., Коверин Г.Д. Совершенствование метрологических характеристик датчиков АДК Пилон .....	114
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Евгеньев К.И., Коверин Г.Д. Мобильное диагностическое устройство контроля турбомашин .....	115
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Евгеньев К.И., Коверин Г.Д. Реализация бортовой системы контроля и диагностики рабочих лопаток проточной части турбомашин .....	116
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Евгеньев К.И., Коверин Г.Д. Метод контроля акустических и газодинамических параметров в программном варианте использования ...	117
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Евгеньев К.И., Коверин Г.Д. Портретирование параметров в реальном масштабе времени для визуализации процессов картографирования параметров при их испытаниях .....	118
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Евгеньев К.И., Коверин Г.Д. Акустические и газодинамические направления исследований и их реализация в аэро-оптических технологиях .....	119
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Евгеньев К.И., Коверин Г.Д. Алгоритмизация процессов диагностирования рабочих лопаток турбомашин .....	120
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Евгеньев К.И., Коверин Г.Д. Современное практическое использование аэро-акустической системы и программного комплекса «Град» .....	121
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Евгеньев К.И., Коверин Г.Д. Контроль состояния рабочих лопаток, в условиях параметрической и структурной неопределенности газоздушного потока на срезе сопла турбомашин .....	122
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Евгеньев К.И., Коверин Г.Д. Методы оценки состояния турбомашин по уровню термо-газодинамических параметров .....	124
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Евгеньев К.И., Коверин Г.Д. Распределенное акустическое зондирование вентиляторной установки в реальном масштабе времени ....	125
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Евгеньев К.И., Коверин Г.Д. Совершенствование метрологических характеристик датчиков АДК Пилон .....	126
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Евгеньев К.И., Коверин Г.Д., Гадельшина Д.Н. Разработка мероприятий по охране труда и защите окружающей среды в цехе механической обработки металлических деталей .....	127
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Евгеньев К.И., Коверин Г.Д., Гадельшина Д.Н. Анализ условий труда и разработка мероприятий по безопасности жизнедеятельности в булочном цеху Альметьевского хлебозавода .....	128
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Евгеньев К.И., Коверин Г.Д., Гадельшина Д.Н. Разработка мероприятий по охране труда и окружающей среды в гальваническом производстве .....	129
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Евгеньев К.И., Коверин Г.Д., Гадельшина Д.Н. Воздействие акустического поля в мини-ТЭЦ на персонал .....	130
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Евгеньев К.И., Коверин Г.Д., Гадельшина Д.Н. Экологические безопасные способы сжигания различных видов твердого топлива и хозяйственных отходов в пульсирующем потоке .....	131

Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Евгеньев К.И., Коверин Г.Д., Гадельшина Д.Н. Устройства сжигания различных видов нефтяных и хозяйственных отходов в пульсирующем потоке .....	132
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Евгеньев К.И., Коверин Г.Д., Гадельшина Д.Н. Интегрированная система распределенных волоконно-оптических датчиков (вод) для контроля искусственных сред .....	134
Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Евгеньев К.И., Коверин Г.Д., Гадельшина Д.Н. Взрывопожаробезопасный способ пожаротушения при подготовке и хранении нефтепродуктов .....	135
Кульментьева Е.И. Интерактивные методы обучения, как основа в формировании исследовательских умений при самостоятельной работе студентов .....	136
Ярусова С.Б., Иваненко Н.В., Штабной И.П. Оценка экологической компетентности студентов среднего профессионального образования IT-профессий (на примере Владивостокского государственного университета) .....	138
Емелина И.Д., Крайнова Е.Д. Подготовка к олимпиаде по высшей математике в университете .....	140
Морозова О.А. Формирование и развитие интеллектуальных способностей учащихся ....	141
Ганичева А.В., Ганичев А.В. Формы задания тестов .....	144

### **ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Басарыгина Е.М., Путилова Т.А. Энергосберегающие технологии тепличного овощеводства .....	146
Кульментьева Е.И. Рациональный способ эксплуатации насосных установок в механизированной добыче нефти .....	148
Лесняк И.Ю., Паничкин А.В., Гавриленко С.В. Повышение энергетической эффективности сушки зерна пшеницы .....	151
Яндулов В.С. Приоритетные направления развития науки и технологий в сфере теплоэнергетики .....	153
Банников А.В., Козлова М.В., Лапшова В.М. Аналитический расчет термодинамических циклов установок, функционирующих на дымовых газах .....	157

### **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Михайлова Д.Н., Фешин В.Д. Маркетплейс или торговая точка в современном бизнесе ...	161
Алексеева П.Г. Структура и модель информационно-измерительной и управляющей системы взаимосвязанных объектов газораспределительной сети с функцией прогноза ...	164
Калюка С.А., Гришакова О.В. Оценка финансовой эффективности климатических проектов .....	169
Кошелева М.С., Орешков В.И. Сегментация клиентской базы телекоммуникационной компании с применением кластерного анализа на основе сети Кохонена .....	173
Щепетильников Э.Ю. Методика разработки компьютерных таблиц свойств воды и водяного пара .....	177
Хайруллина Е.А., Иванова О.Н. Внедрение цифровых технологий как фактор повышения эффективности работы транспортно-логистических систем .....	180
Шабанов К.О., Боровков В.А., Юленец Ю.П. Динамическая модель процесса блочной полимеризации изопрена .....	184
Алексеева П.Г. Моделирование определения объема выброса газа при срабатывании сбросного клапана в пункте редуцирования газа .....	188
Калюка С.А., Гришакова О.В. Роль климатических проектов в устойчивом развитии компаний .....	191
Волков А.В. Некоторые результаты анализа и прогноза динамики геополитического процесса в ареале Восточной Европы .....	197
Волков А.В. Единство ритмической организации динамики космической и земной погоды, а также сопряжённых с ними параметров активности биолого-социальных систем .....	208

Кудинова В.В., Рылеева Е.М. Анализ рынка приборов для измерения малых доз радиации .....	219
Котенко А.А., Афанасьева Н.Н. Топливо-энергетические ресурсы и их роль в экономике страны .....	222
Карамышева П.В. Психологическое воздействие цвета в интерьере и экстерьере .....	225

## **ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Мешалкин В.П., Панарин В.М., Кочетов А.Н. Модель парообразования процесса кипения сжиженного газа за счет теплового потока от грунта .....	230
Меркушев А.С., Габбасов Д.Ф. Инновационная система стационарного мониторинга технического состояния машинного оборудования .....	234
Киселева К.И., Зачесов А.В. Роль ПАО «Ленское объединенное речное пароходство» в развитии северо-восточного воднотранспортного бассейна .....	236
Маркелов Д.А., Жаринова Н.В. Совершенствование технологии изготовления трубных пучков кожухотрубчатых теплообменников применением сварки трением .....	239
Медведев Р.Г., Марьина У.А., Синельников Б.Б., Меграбян Г.Г. Изучение структурных и люминесцентных свойств порошков $Y_3Al_5O_{12}:Ce$ , синтезированных с добавлением борной кислоты .....	245
Чубова А.А., Марьина У.А., Белоусов А.Н. Испытательный стенд потокового тестирования активных элементов твердотельных лазеров на основе ER:YAG .....	247
Локтионов Д.А., Марьина У.А., Синельников Б.Б., Черемных И.Е. Влияние модифицирующих добавок на механические и структурные свойства корундовой керамики .....	249
Черемных И.Е., Марьина У.А., Синельников Б.Б., Локтионов Д.А. Изоляторы из пресспорошка на основе электровакуумного стекла С48-2 .....	251
Коннов В.И., Коллекер Н.М., Мандрыгин Д.А. Определение удельного расхода грунтовых вод, формирующих наледь у железнодорожных насыпей .....	253
Виноградов А.Б., Ермаков К.К., Холодков М.И. Модернизация адаптера беспроводной сети для взаимодействия с системой управления ЭМТ карьерного самосвала .....	255
Алексеева П.Г. Реализация классификационной нейросети группы контрольных взаимосвязанных объектов сети газораспределения .....	258
Воронов Г.Г., Соляник А.И. Повышение конкурентоспособности предприятия по средствам развития система менеджмента качества .....	261