

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  
Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)  
ТООО Научно-технический центр  
ООО «ТУЛЬСКИЙ ДНТ»

# **ЭКОЛОГИЯ И ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

ДОКЛАДЫ  
I ВСЕРОССИЙСКОЙ МОЛОДЁЖНОЙ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

Тула  
«Инновационные технологии»  
2022

**УДК 504.75**  
**ББК 91.9**

Экология и техносферная безопасность: доклады I всерос. молодёжной науч.-практич. конференции под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Инновационные технологии, 2022. – 182 с.

Целью проведения конференции является обмен опытом и укрепление связей между студентами, аспирантами, молодыми учеными для выявления новых направлений в решении теоретических и прикладных вопросов стратегии устойчивого развития и глобальных экологических проблем городов, экологии и охраны окружающей среды, энергии и чистых технологий, техносферной безопасности современного производства.

В сборнике представлены материалы по данным направлениям, даны решения некоторых практических задач охраны окружающей среды и техносферной безопасности.

Материалы предназначены для научных сотрудников, преподавателей высших учебных заведений, аспирантов, студентов и специалистов, занимающихся проблемами экологии и техносферной безопасности.

#### **Редакционная коллегия:**

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

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

ISBN 978-5-6048512-0-3

© Авторы докладов, 2022

© Издательство «Инновационные технологии»,  
2022



АКАДЕМИК РАН  
**ПАВЕЛ ДЖИБРАЕЛОВИЧ САРКИСОВ -  
ВЫДАЮЩИЙСЯ ОРГАНИЗАТОР ВЫСШЕГО  
ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ И ТАЛАНТЛИВЫЙ ПЕДАГОГ**

*Павел Джибраелович – один из тех талантливейших и интереснейших людей-инноваторов и творцов, общение с которым украшало жизнь коллег, друзей, сотрудников и учеников. Строки, написанные более ста лет назад великим русским поэтом Н. А Некрасовым:*

*Сокровище душевной красоты*

*Совмещены в нем были благодатно...*

*могут служить краткой характеристикой жизни и деятельности академика П.Д. Саркисова.*

*Будучи талантливым преподавателем-методистом академик П.Д.Саркисов был выдающимся инноватором-организатором высшего образования. И в этом смысле П.Д. Саркисов – редкое явление. Будучи ректором, затем президентом РХТУ и заместителем председателя Совета ректоров Москвы, он был неутомим и всегда творчески активен незаменим. Вместе с ак. В.В. Луниным они играли решающую роль в сохранении и развитии химического образования в средних школах и в университетах России, инновационном развитии фундаментального химического и химико-технологического; вместе с академиком Б. Федоровым (ректором МГТУ им. Н.Э. Баумана) – активно осуществлял инновационные преобразования высшего инженерного и технологического образования.*

*П.Д. Саркисов как выдающийся ученый, педагог и организатор, всегда стремился повысить уровень инженерно-технологической составляющей высшего химико-технологического образования на новую высоту, поэтому искал новые идеи и новых людей, которые могли бы оживить и усилить работу в этой сфере. Ак. Саркисов поддерживал и развивал традиции, которыми может гордиться наша страна в области народного образования, например, связь «школа – вуз – наука – промышленность». Достаточно сказать, что он привлек к работе в университете замечательного химика-технолога, бывшего первого заместителя министра химической промышленности СССР, профессора*

*С.В. Голубкова. Привлекая к активной педагогической работе выдающихся ученых: ак. Лавёрова Н.П., ак. Кузнецова Н.Т., ак. Цивадзе А.Ю., ак. Нефедова О.М., ак. Жукова Б.П. был создан экономический факультет, юридическое отделение, УМЦ «Логистика ресурсосбережения и экономической информатики»; открыта подготовка по новым специальностям «Логистика и УЦП», «Нанотехнологии и наноматериалы», «Технический дизайн».*

*Более 25 лет П.Д. Саркисов руководил кафедрой химической технологии стекла и ситаллов; П. Д. Саркисов подготовил плеяду специалистов разного уровня для силикатной науки и промышленности России и многих зарубежных стран, в том числе более 50 кандидатов и докторов наук.*

*На посту ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева П.Д. Саркисов уделял пристальное внимание развитию и преобразованию университета в многопрофильный центр подготовки инженерных кадров, имеющий высокий международный авторитет и тесные творческие связи с ведущими университетами мира. Этот двадцатилетний период жизни университета ознаменовался формированием новых кафедр, факультетов, институтов в рамках РХТУ, избранием всемирно известных деятелей науки и культуры Почетными Докторами и Почетными профессорами Менделеевского университета, вводом в эксплуатацию нового учебного корпуса в Тушинском комплексе и многими другими начинаниями и достижениями.*

*П.Д. Саркисов всегда активно выдвигал молодежь на ответственную работу, так, в 1986 г. после возвращения из Алжира он назначил доцента Колесникова В.А. заместителем проректора по науке (в возрасте 34 лет) с правом подписи на финансовых документах.*

*Всегда поддерживал тех профессоров и преподавателей, которые активно вели научную работу и реализовывали результаты своих исследований в промышленности.*

*В 1995 г. при его поддержке в РХТУ был создан технопарк «Экохимбизнес-2000» для решения экологических проблем предприятий.*

*Будучи реформатором и человеком государственного масштаба, П.Д. Саркисов вложил много сил и энергии в развитие высшего образования России. Он инициировал работы по совершенствованию организационных принципов высшего образования, созданию новых государственных стандартов высшего химико-технологического образования, модернизации содержания образовательных программ в соответствии с опытом лучших мировых образовательно-научных центров США, Великобритании, Италии, Германии,*

*Франции и Испании. Он предпринимал много усилий для популяризации химических знаний в средней школе, для привлечения талантливой студенческой молодежи к научной деятельности, её закреплению и профессиональному росту в науке.*

*Ак. П.Д. Саркисов был одним из активных инициаторов идеи создания федеральных и научно-исследовательских университетов РФ, высказанной им в начале 1990-х гг., когда ресурсов на развитие всех вузов не было. Он называл около 100 ведущих университетов РФ, включая РХТУ им. Д. И. Менделеева.*

*Ак. Саркисов П.Д. – всегда был творческим инноватором в организации высшего образования в России; он активно боролся за присвоение МХТИ им. Д.И. Менделеева нового статуса университета; и в 1992 г. наш институт стал первым технологическим университетом в России, несмотря на негативное отношение к этому многих работников Минвуза. Он «на лету» схватывал новые идеи, поддерживал их проработку и реализацию, и, что очень важно, вовремя признавал, если предложение оказывалось ошибочным.*

*По инициативе ак. П.Д. Саркисова и активном участии чл.-к. РАН Тарасовой Н.П. и проф. Мясоедовой Т.Г. на русский язык был переведен целый ряд школьных учебников и учебных пособий США, в которых в популярной форме ярко показывалась роль химии в жизни современного общества.*

# СТРАТЕГИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ И ГЛОБАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГОРОДОВ

## АКТУАЛЬНОСТЬ ОЦЕНКИ СООТВЕТСТВИЯ ЭМИССИЙ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДИЗЕЛЕЙ ЭКСПЛУАТИРУЮЩИХСЯ СУДОВ ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Студент гр. 340611/01 В.И. Афанасьева,  
Научный руководитель А.А. Маслова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Изменение климата, вызванное деятельностью человека, определено как один из самых значительных вызовов, обращенных к странам, правительствам, бизнесу и отдельным гражданам, с масштабными последствиями как для гуманитарной системы, так и для природной экосистемы. В ответ развиваются и реализуются международные, региональные, национальные и местные инициативы по ограничению концентрации парникового газа в атмосфере Земли. Такие инициативы по парниковым газам опираются на оценку, мониторинг, оповещение и проверку выбросов и/или исключения выбросов парниковых газов.

Парниковые газы (ПГ) выбрасываются и удаляются на всем протяжении жизненного цикла продукции (т.е. пожизненно): от приобретения сырьевого материала через производство, использование обработки на завершающей стадии жизненного цикла.

В условиях ускоренного развития промышленного и сельскохозяйственного производства, строительства, транспорта и других отраслей народного хозяйства охрана окружающей среды стала одной из важнейших национальных и международных задач, решение которой неразрывно связано с охраной здоровья человека [1].

Ухудшение экологии воздушной среды, приводящее к ухудшению здоровья человека, приводит к необходимости ужесточения норм на токсичные выбросы, прежде всего от транспортных средств, в которых определенное место занимают морские и речные судна.

С 19 мая 2005г. вступило в силу VI Приложение к Международной конвенции МАРПОЛ 73/78' по предотвращению загрязнения атмосферы с судов. Наибольшее значение для практики имеют два раздела Приложения: Правило 13, регламентирующее выброс оксидов азота (NOx) с отработавшими газами (ОГ) судовых двигателей, и Правило 14, установившее ограничения на предельно допустимое содержание серы в морском топливе. В октябре 2008г. 58-я сессия ИМО приняла новую редакцию VI Приложения. Новой редакцией правил

предусмотрен поэтапный (Tier I – Tier III) ввод в действие новых нормативов. Новая редакция подтверждает постоянное ужесточение нормативов выбросов.

Приложение VI МАРПОЛ 73/78 до настоящего времени не ратифицировано Россией и Вьетнамом, но оно будет ратифицировано Россией. Несмотря на то, что Россией и Вьетнамом пока не ратифицировано это приложение, но суда, плавающие под флагом России или Вьетнама, должны соответствовать требованиям этого приложения при эксплуатации на зарубежных линиях и в портах других стран, которыми ратифицировано Приложение VI МАРПОЛ 73/78. В 2009г. несколько десятков судов Вьетнама были задержаны в Сингапуре по причине несоответствия требованиям Приложения VI МАРПОЛ 73/78 [2].

Согласно Постановлению Правительства РФ № 83 от 06.02.2002 г. «О проведении регулярных проверок транспортных и иных передвижных средств на соответствие техническим нормативам выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух» под контроль попадают двигатели мощностью не менее 55 кВт, установленные на морских судах, судах внутреннего и смешанного (река-море) плавания. Регулярные проверки начались с 2004г.

Российской нормативно-правовой базой, на которую следует опираться при введении в действие Приложения VI к МК МАРПОЛ 73/78, является действующий Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха» и Постановление Правительства № 83 от 06.02.2002 г. Национальными нормативными документами в области предотвращения загрязнения атмосферы являются ГОСТы (ГОСТы Р) и руководства, правила, разработанные Российским морским Регистром судоходства (РМРС), Российским речным Регистром (РРР). Эти документы регламентируют не только МЭх как МАРПОЛ, но и углеводороды (СН), окиси углерода (СО) и дымность.

Серьезную техническую проблему для существующих энергетических установок судов составляет обеспечение соответствия международным нормам выбросов Ж) и выдача сертификата E1APP (Сертификат «О предотвращении загрязнения воздуха двигателем»), который дает право на эксплуатацию судовых дизелей в иностранных портах.

В настоящее время на многих судах Волго-Каспийского региона (ВКР) (суда эксплуатируются в Каспийском морском бассейне и Волжской речной системе) нет «Технического паспорта выбросов судового двигателя» (сокращенно «Технический файл»), подтверждающего соответствие действующим международным нормам [3].

На основании вышеизложенного была определена необходимость разработки методов снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в транспортной логистике морских и речных судов для оценки соответствия эмиссий ОГ дизелей эксплуатирующихся судов требованиям нормативной документации для последующих рекомендаций при эксплуатации судов, проектировании, модернизации судовых энергетических установок.

### **Список литературы**

1. *Бюллетень статистики транспорта: Статистика грузовых перевозок 2005, DfTSB(06), 27 июня 2006 г.*

2. *Измерение углеродного следа для портов. Руководящий документ. Июнь 2010 года. Carbon Footprint Working Group World Ports Climate Initiative Port of Los Angeles/ Lead Port*

3. *Использование топлива – дайджест британской энергетической статистики, Департамент энергетики и климата. 2008.*

## ЧЁРНЫЙ УГЛЕРОД И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА КЛИМАТ

Студент гр. 340601/01 О.В. Гришакова,  
Научный руководитель В.М. Панарин  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

***Аннотация.** Статья посвящена обзору свойств и источников чёрного углерода. Чёрный углерод опасен для здоровья людей и влияет на климат. Чёрный углерод занимает достаточное заметное место в международной климатической повестке.*

Российская система мониторинга атмосферного воздуха до сих пор, в отличие от ряда зарубежных стран, не включает мониторинг содержания в атмосферном воздухе чёрного углерода. Черный углерод, или сажа, является частью мелкодисперсного загрязнения воздуха (PM<sub>2.5</sub>) и способствует изменению климата [1].

Черный углерод образуется в результате неполного сгорания ископаемого топлива, древесины и других видов топлива. Полное сгорание превратило бы весь углерод в топливе в углекислый газ (CO<sub>2</sub>), но сгорание никогда не бывает полным, и в процессе образуются СО, монооксид углерода, летучие органические соединения, органический углерод и частицы черного углерода. Сложную смесь твердых частиц, образующихся в результате неполного сгорания, часто называют сажей.

Черный углерод является недолговечным загрязнителем климата со сроком службы от нескольких дней до нескольких недель после выброса в атмосферу. В течение этого короткого периода времени черный углерод может оказывать значительное прямое и косвенное воздействие на климат, криосферу (снег и лед), сельское хозяйство и здоровье человека [2-3].

Несколько исследований показали, что меры по предотвращению выбросов черного углерода могут снизить краткосрочное потепление климата, повысить урожайность сельскохозяйственных культур и предотвратить преждевременную смерть.

Доказано, что черный углерод оказывает влияние на потепление климата в 460-1,500 раз сильнее, чем CO<sub>2</sub> на единицу массы. Средняя продолжительность жизни частиц черного углерода в атмосфере составляет 4-12 дней.

Первичные источники выбросов чёрного углерода. За последние десятилетия во многих развитых странах выбросы черного углерода сократились



из-за ужесточения правил качества воздуха. Напротив, выбросы быстро растут во многих развивающихся странах, где качество воздуха не регулируется. В результате открытого сжигания биомассы и сжигания твердого топлива в жилых помещениях на долю Азии, Африки и Латинской Америки приходится около 88 % глобальных выбросов черного углерода. 51 % глобальных выбросов черного углерода приходится на бытовое приготовление пищи и отопление [4-5].

Черный углерод всегда выделяется вместе с другими частицами и газами, некоторые из которых оказывают охлаждающее воздействие на климат. Тип и количество углеродо-загрязняющих веществ различаются в зависимости от источника. Источники, которые выделяют высокое соотношение потепления к охлаждению загрязняющих веществ, представляют собой наиболее перспективные цели для смягчения последствий и достижения преимуществ для климата и здоровья в ближайшей перспективе.

Некоторые исследователи отводят чёрному углероду второе место после углекислого газа по его вкладу (15-30 %) в потепление климата последних десятилетий. Черный углерод поступает в атмосферу в основном в виде сажи и является компонентом твердых частиц PM<sub>2.5</sub> (мелкодисперсные частицы диаметром 2,5 микрон и менее). Находясь в воздухе несколько дней или недель, черный углерод поглощает солнечную энергию и излучает инфракрасную радиацию, что приводит к усилению эффекта изменения климата.

### Список литературы

1. «Report to Congress on Black Carbon». Department of the Interior, Environment, and Related Agencies Appropriations Act, 2010. EPA-450/R-12-001. USA, March 2012. 388 pp.
2. Jacobson M. Investigation cloud absorption effects: global absorption properties of black carbon, tar balls, and soil dust in clouds and aerosols // J. Geophys. Res. V. 117, 2012.
3. Кароль И.Л. Климат будущего: взгляд из настоящего / И.Л. Кароль, А.А. Киселев. – Природа, 2011. – №1. – С. 3-9.
4. J. Bachmann. «BLACK CARBON: A Science/Policy Primer». Vision air consulting, LLC. PEW Center on Global Climate Change. December 2009. – 47 pp.
5. Bond T.C. et al. Bounding the role of black carbon in the climate system: A scientific assessment. // J. Geophys. Res. Atmos., 118, 5380-5552, 2013.

## РОЛЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА В РОССИИ

Студент гр. 3340611/01 П.А. Ларина,  
Научный руководитель Н.Н. Афанасьева  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

**Аннотация.** В тексте работы рассматриваются вопросы актуальности и перспектив развития экологического менеджмента. Рассматриваются вопросы

*системного внедрения экологического менеджмента, а также ряд ключевых проблем, мешающих этому. В качестве решения предлагается активное и массовое внедрение стандарта ISO 14001, которое, впрочем, стало значительно сложнее в 2022 году.*

Расширяя и усиливая антропогенное и техногенное давление на природу, общество сталкивается с так называемым «эффектом бумеранга»: недобросовестное отношение к природе оборачивается экономическим и социальным уроном. У природы нет возможности собственными силами восстановить нарушенный экологический баланс. Экологические проблемы приобретают характер глубокого экологического кризиса. Вопрос о сохранении природы превращается в еще более глобальный вопрос, вопрос выживания человечества [1-2].

Необходимость поиска новых путей минимизации антропогенного воздействия становится все более востребованной. В передовых странах мира развитие добровольной экологической деятельности и систем экологического менеджмента зарекомендовало себя одним из перспективных подходов к решению проблемы загрязнения окружающей среды.

С каждым годом возрастает влияние промышленного и энергетического сектора страны, а также увеличивается количество транспортных средств, что приводит к необратимому загрязнению компонентов окружающей среды. Неблагоприятная экологическая ситуация характеризуется низкой эффективностью очистного оборудования предприятий, низким уровнем контроля со стороны государственных природоохранных служб, а также негативным воздействием, возникающим в результате аварий на производственных объектах. Таким образом, важной составляющей частью обеспечения высокого уровня охраны окружающей среды, является экологическая безопасность технологических систем и комплексов [3].

Практический опыт за последнее десятилетие по внедрению систем экологического менеджмента (СЭМ) в России определяет основные проблемы, замедляющие их распространение на российских предприятиях. Существуют особенности проявления данных проблем на отраслевом и региональном уровнях:

1) Практически полное отсутствие информационной поддержки со стороны государства.

Начальным этапом решения данной проблемы является пропаганда в ВУЗах, включая в программы подготовки специалистов, курсы повышения квалификации, лекции или открытые семинары, посвященные системам экологического менеджмента.

2) Проблема мотивации.

Основные причины: собственно менталитет руководства предприятий и организаций старой советской закладки, привыкших к жесткому централизованному административному управлению с потребительским отношением к окружающей среде и не готовых рассматривать альтернативные способы; отсутствие какой-либо реальной поддержки со стороны органов местного самоуправления неправительственных организаций (за исключением

ряда пилотных проектов в нескольких регионах); несерьезное отношение внутреннего рынка к наличию сертификатов качества у предприятий, на что также могла бы повлиять более активная позиция государства при осуществлении государственных закупок и проектов софинансирования; низкая заинтересованность общественности и конечного потребителя.

3) Неудовлетворительный уровень общей системы менеджмента на предприятиях. СЭМ неразрывно связана с системой менеджмента организации в целом и должна быть ее неотъемлемой частью. Промышленному сектору России характерен низкий уровень менеджмента, что проявляется в недостаточном использовании современных способов планирования и анализа результативности, невнимания к мотивации персонала, формализованном подходе к его обучению. Такая ситуация почти всегда создает трудности для внедрения СЭМ на предприятиях и в организациях.

4) Нечеткое осознание и понимание СЭМ. Многие российские предприятия практически не уделяют внимание экологической безопасности, объясняя это недостаточной эффективностью природоохранных мероприятий, которые несут в себе только лишние затраты. Но при более глубоком рассмотрении различных способов применения природоохранных мероприятий оптимизация существующих технологических процессов и сокращение потерь могут потребовать относительно небольших затрат, приведя в итоге как к снижению воздействия на окружающую среду и обеспечению экологической безопасности, так и к получению экономического эффекта.

5) Недоверие выдаваемых сертификатов качества ISO 14000 в России зарубежными компаниями. Очень часто у организаций, занимающихся предоставлением услуг сертификации СЭМ, нет должного опыта и навыков, не соблюдаются международные требования к сертификации, а качество таких услуг вызывает сомнения и недоверие.

Систематическое применение методов и способов управления окружающей средой и экологической безопасностью могут дать оптимальный эффект и результат для всех заинтересованных сторон. Одной из важных задач является не само принятие настоящих стандартов качества состояния окружающей среды. Для достижения обозначенных целевых экологических показателей СЭМ должна стимулировать организации рассматривать вопрос о внедрении наилучших доступных технологий. Кроме того, следует всегда учитывать экологическую эффективность такой технологии [2].

Помимо извлечения прямого экологического эффекта, внедрение СЭМ на предприятиях и в организациях позволяет добиться успеха на рынках сбыта и получить экономический эффект и выгоду. Развитие экологической политики и поддержание социальных ценностей становится неотъемлемой частью имиджа предприятия и высокоэффективным маркетинговым ходом. Предприятия становятся более конкурентоспособными в борьбе за клиентов и с легкостью продемонстрируют социальную ответственность и экологическую заинтересованность в своей деятельности. Также одним из бонусов внедрения системы экологического менеджмента и получение сертификата соответствия является возможность выхода производимой продукции на международный рынок.

Таким образом, одним из основных действий на пути эффективного обеспечения экологической безопасности Российской Федерации является внедрение на предприятиях и в организациях систем экологического менеджмента, соответствующих требованиям международного стандарта ISO 14001 [4].

Такое нововведение приведет к снижению загрязнения компонентов окружающей среды, а также получению предприятием экономического эффекта и выхода на международный рынок. Система экологического менеджмента может внедряться не только для получения сертификата соответствия требованиям стандарта ISO 14001, но и для систематизации предприятиями деятельности по охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности [5].

### **Список литературы**

1. ГОСТ Р ИСО 14001-2016 Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению. – М.: Стандартинформ, 2017.
2. ГОСТ Р ИСО 14005-2019 Системы экологического менеджмента. Руководящие указания по применению гибкого подхода поэтапного внедрения системы экологического менеджмента. – М.: Стандартинформ, 2020.
3. Белов Г.В. Экологический менеджмент / Г.В. Белов // Учеб. Пособие. – М.: Логос, 2016. – С. 74.
4. Бятова К.Д. Роль экологического учета и аудита в глобальном устойчивом развитии / К.Д. Бятова // Сборники конференций НИЦ Социосфера. – 2020. – № 9. – С. 8-10.
5. Володин Р.С. Экологический менеджмент как фактор эффективного взаимодействия компаний с элементами внешней среды организации / Р.С. Володин // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. – 2016. – Т. 13, № 3. – С. 84-90.

## **РОЛЬ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ И РЕСУРСОВ В РАЗВИТИИ И РАЗМЕЩЕНИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ СИЛ ПО ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Студент гр. 3340611/01 П.А. Ларина,  
Научный руководитель Н.Н. Афанасьева  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

**Аннотация.** Рассмотрена зависимость наличия крупных объемов природных ресурсов по территории Российской Федерации от соответствующей промышленной специализации региона. Выделены основные принципы размещения производительных сил в соответствии с социально-экономическими потребностями общества. Перечислены ключевые факторы размещения производства, определяющие экономическую составляющую развития регионов страны.

Обеспеченность страны или региона природными ресурсами – главный экономический и политический фактор устойчивого развития национальной и региональной экономики. Структура ресурсов, величина их запасов, качество, степень изученности, направления и степень хозяйственного освоения оказывают основное влияние на экономический потенциал и социально-экономическое развитие региона.

Степень использования природных ресурсов определяется социально-экономическими потребностями. Поскольку природные ресурсы являются категорией исторической, то необходимо учитывать изменяющиеся потребности общества, а также учитывать научно-технический прогресс, направленный на смену приоритетов.

Обеспечивая экономическую и оборонную безопасность страны, минеральные ресурсы представляют минерально-сырьевую базу промышленного потенциала.

В Российской Федерации большой объем и широкий спектр минерально-сырьевой базы. Сюда относят месторождения нефти, газа и угля, а также практически все металлические и неметаллические полезные ископаемые, которые являются одними из источников формирования доходной части бюджета страны [1].

Для размещения производительных сил по территории страны необходимо соблюдать важнейшее условие наличия крупных объемов необходимых природных ресурсов. Видовое комбинирование и качество ресурсов обуславливают природно-ресурсный потенциал региона [2].

На территории почти всех экономических районов России имеются запасы топливно-энергетических ресурсов, но большей долей обладает Западная и Восточная Сибирь, Дальний Восток.

Крупнейшие в мире месторождения газа, основные балансовые запасы России находятся в Западной Сибири, в Ямало-Ненецком автономном округе. На шельфе Карского, Баренцева, Охотского морей и на территории Восточной Сибири и Дальнего Востока разведаны запасы газа.

По разведанным запасам нефти наша страна входит в первую десятку нефтедобывающих стран мира. В 37 субъектах РФ расположены месторождения нефти, но главные ее запасы располагаются в Западной Сибири, на Урале, в Поволжье, на Севере европейской части [3].

Российская Федерация имеет крупнейшие в мире угольные бассейны – самые большие из которых – Канско-Ачинский, Кузнецкий, Тунгусский, Ленский. 50 % всех запасов угля сосредоточены в Восточной Сибири, Дальнем Востоке, Печерском бассейне.

Центрально-Черноземный, Уральский, Западно-Сибирский экономические районы являются сосредоточением прогнозных ресурсов, обладающих главными активными запасами железных руд.

Восточная Сибирь, Урал располагает запасами меди, Восточная и Западная Сибирь, Дальний Восток – свинца и цинка, Красноярский край и Мурманская область – никеля, Европейская часть – титановых руд, Северный Кавказ, Восточная Сибирь, Дальний Восток – вольфрама и молибдена, Дальний Восток –

олова, Европейская часть, Дальний Восток – бокситов и нефелинов.

Добыча редких, благородных металлов, а также добыча алмазов играет большую роль в развитии экономики страны. Основные районы добычи с крупными запасами золота, серебра, платины и алмазов находятся в Восточной Сибири и Дальнем Востоке.

Обеспеченность пашней на душу населения в России высокая и составляет около 0,85 га. Более 80 % пашни располагается в Центральной России, Поволжье, на Северном Кавказе, Урале и в Западной Сибири [1].

Северное положение России объясняет обилие видов пушнины, которая является объектом охоты. Тундра является ареалом распространения песца, южнее обитает ондатра, белка, куница, выдра, бобр, соболь.

Ценные породы рыб в России являются промысловыми (стерлядь, осетр, форель, сиг). Разнообразие видов биоресурсов морей Дальнего Востока (лососевые, сельдь, сайра, морской окунь) определяет специализацию региона на ловле рыбы. По вылову рыбы Дальневосточный экономический район занимает первое место.

Принципы размещения производства должны способствовать пропорциональному размещению производительных сил, углублению разделения труда между районами, их комплексному развитию и установлению крепких межрайонных связей. Исходя из объективных закономерностей и главных задач размещения производства, можно выделить следующие принципы:

- приближение производства к источникам сырья, топлива, энергии и к районам потребления продукции;
- первоочередное освоение и комплексное использование наиболее эффективных видов природных ресурсов;
- эффективное размещение производительных сил по территории страны;
- реализация преимуществ и экономических выгод международного разделения труда в развитии и размещении производительных сил.

Наряду с закономерностями и принципами размещения производительных сил необходимо также учитывать разнообразие факторов размещения различных предприятий и развития различных регионов.

В докладе ЮНИДО (Организация Объединенных Наций по промышленному развитию) по промышленному развитию есть раздел, посвященный факторам размещения промышленности, в котором обобщены точки зрения западных экономистов. Факторы размещения включают природные ресурсы и условия, трудовые ресурсы и капитал, правительственную политику, транспорт, а также агломерационную экономию. Последняя состоит из экономии от масштабов производства, локализационной экономии, а также урбанизационной и межотраслевой экономии.

Экономия от масштабов производства означает повышение рентабельности, связанное с выбором оптимального для данного пункта размещения размера производства, за счет чего снижаются издержки производства на единицу продукции. Экономия от масштаба является внутренней экономией, поскольку весь ее эффект достается фирме. При внешней экономии расширение производства приносит выгоды, часть которых достается другим предприятиям.

Локализационной, или экономией, связанной с местом расположения, называется такая экономия, которая получается в результате концентрации предприятий одной отрасли в нескольких крупных городах, центрах, где имеется в достаточных количествах специализированная рабочая сила, рынок сбыта и разнообразные специализированные виды обслуживания производства.

Межотраслевая и урбанизационная экономия возникают в результате концентрации в одном пункте предприятий нескольких отраслей промышленности. В этом случае появляются возможности взаимного обмена промышленными продуктами, использования услуг научно-исследовательских организаций. Понижается стоимость необходимых элементов экономической инфраструктуры, которая часто представляется слишком большой для предприятий одной отрасли. Экономическая инфраструктура, по сути дела, является одним из факторов размещения производства, позволяющего получить агломерационный эффект.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что именно природно-ресурсный фактор является главным в организации хозяйственной структуры региона, обуславливающий территориальную организацию производительных сил. Научно-технический прогресс открывает возможности вовлечения в народнохозяйственный комплекс новых видов природных ресурсов, расширения сырьевой и топливно-энергетической базы страны.

### Список литературы

1. *Роль природных ресурсов в социально-экономическом развитии регионов / Под ред. д.э.н. А.Г. Шеломенцева. Труды Всероссийской конференции (22 ноября 2007 года). – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2017. – 265 с.*
2. *Экономическая география России: учеб. пособие для вузов / под ред. Т.Г. Морозовой – перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2020. – 471 с.*
3. *Холина В.Н. Основы экономики природопользования: учебник для вузов / В.Н. Холина. – СПб: ПИТЕР, 2015. – 672 с.*

## АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ УЛУЧШЕНИЯ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Студент гр. И340601/01 Е.М. Утенков,  
Научный руководитель А.А. Маслова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье представлен анализ проблем по обеспечению улучшения природоохранной деятельности и повышения экологической безопасности предприятия ООО «Технопром Инжиниринг». Указано, что основной проблемой по обеспечению улучшения природоохранной деятельности для предприятия выступает утилизация люминесцентных ламп, которые вышли из эксплуатации, которые являются экологически опасными.

Важным элементом природоохранной деятельности является разработка принципов экономического стимулирования предприятия в создании замкнутых производственных циклов, переработке образующихся отходов, извлечении ценных компонентов из сточных вод и выбрасываемого воздуха. Необходимо разработать для предприятия действенную методику определения экономической эффективности от природоохранной деятельности, которая имела бы юридическую силу.

Природоохранная деятельность предприятий – область производственно-хозяйственной деятельности по сохранению качества окружающей среды. Ее задачами являются предотвращение отрицательного воздействия производственной деятельности на природные ресурсы с целью сохранения естественной базы любой человеческой деятельности и создание возможности дальнейшего стабильного функционирования основного производства [1].

Основной проблемой по обеспечению улучшения природоохранной деятельности выступает тот момент, что люминесцентные лампы, которые вышли из эксплуатации, экологически опасны.

Лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные, утратившие потребительские свойства (далее – отработанные ртутьсодержащие лампы) – отход 1 класса опасности, который образуется у большинства предприятий, учреждений, домовладений. Данный отход содержит в своем составе ртуть – именно это вещество определяет токсичность и опасность отхода для окружающей среды и человека [2].

Отработанные ртутьсодержащие лампы являются чрезвычайно опасными отходами. Содержание ртути в соответствии с паспортом отхода – 0,02 %.

Воздействие ртути (даже в небольших количествах) может вызывать серьезные проблемы со здоровьем и представляет угрозу для внутриутробного развития плода и развития ребёнка на ранних стадиях жизни. Ртуть может оказывать токсическое воздействие на нервную, пищеварительную и иммунную системы, а также на лёгкие, почки, кожу и глаза.

В соответствии с Приказом Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 22.05.2017 № 242 «Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов».

Так же существует проблема утилизации отходов люминесцентных ламп в РФ выражаются в огромные масштабы экологической обстановки в стране, для этого необходимо жесткое регулирование в данном вопросе со стороны Правительства РФ, тем самым возможно предотвратить опасное воздействие на окружающую среду и здоровье людей. Распределение загрязняющих веществ в выбросах ООО «Технопром Инжиниринг» по классам опасности и динамика массы выбросов за период с 2019 по 2021 год представлено в таблице 1.

Мерами, предпринимаемыми ООО «Технопром Инжиниринг» для снижения негативного воздействия на окружающую среду, являются соблюдение требований, правил и норм, установленных законодательством Российской Федерации и иными нормативными правовыми актами в области охраны атмосферного воздуха, планирование и реализация мероприятий по охране атмосферного воздуха, использование ГОУ и локальных очистных устройств.



Таблица 1

Распределение загрязняющих веществ в выбросах ООО «Технопром Инжиниринг» по классам опасности и динамика массы выбросов за период с 2019 по 2021 год

Загрязняющие вещества, сгруппированные по классу опасности	Масса выбросов загрязняющих веществ, т/год		
	2019 г.	2020 г.	2021 г.
1 класс	0,015	0,017	0,016
2 класс	0,09	0,1	0,15
3 класс	2,1	2,4	2,06
4 класс	1,6	1,1	1,5
класс опасности не определен	1,2	1,4	1,4
<b>Всего</b>	<b>5,005</b>	<b>5,017</b>	<b>5,126</b>

На объектах ООО «Технопром Инжиниринг» организовано отдельное накопление (складирование) на отдельных оборудованных площадках (контейнерах) лома и отходов черных и цветных металлов, ртутьсодержащих отходов (отработанных ламп и термометров) в целях их дальнейшего отдельного сбора для обработки, утилизации или обезвреживания.

Сведения об объеме загрязненных сточных вод, отведенных водопользователями в поверхностные водные объекты на территории Ульяновской области за 2021 год, и вклад ООО «Технопром Инжиниринг» в общий объем сбросов представлены в таблице 2.

Таблица 2

Доля сбросов сточных вод ООО «Технопром Инжиниринг» в поверхностные водоемы в общем объеме по территории Тюменской области за 2021 год

Водопользование на территории Тюменской области	Объем сбросов загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты	
	млн. м <sup>3</sup> /год	доля в общем объеме, %
Водопользователи Тюменской области, в т.ч.:	101	100
ООО «Технопром Инжиниринг»	0,5	0,05

Для каждого отдельно рассматриваемого показателя опасности какого-либо отхода установлены четкие диапазоны нормируемых значений, которым в полной мере соответствует определенный балл уровня опасности. Таким образом, необходимо только найти необходимое значение в приведенных критериях диапазонах и выбрать соответствующий балл уровня опасности [3].

Проведение мероприятий по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов является одним из видов деятельности предприятий и находит свое отражение, как в экологических, так и в экономических результатах. В связи с этим необходимо создание такого экономического механизма, реализация которого обеспечила бы органичное вхождение природоохранной деятельности предприятий в систему экономических интересов предприятия, эффективное использование и охрану природных ресурсов.

### Список литературы

1. Хлуденева Н.И. Дефекты правового регулирования охраны окружающей среды: Монография / Н.И. Хлуденева. – М.: Инфра-М, ИЗиСП, 2017. – 278 с.
2. Сидорова А.Д. Загрязнение окружающей среды предприятиями-изготовителями радиоэлектронных средств (РЭС). Актуальность внедрения системы экологического менеджмента (СЭМ) / А.Д. Сидорова // Молодой ученый. – 2016. – №3. – С. 208-213.
3. Бочкарева И.И. Организация производственного экологического контроля на промышленном предприятии / И.И. Бочкарева, А.В. Борисова // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2017. – №2. – С. 25.

## ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

### ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РЕЙТИНГ КАК ИНДИКАТОР УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ В РЕГИОНАХ РОССИИ

Студент гр. М-ТБ-21 Д.А. Филатова,  
к.г.н., доцент ЭГО ИЕН СВФУ И.В. Ядрихинский  
Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова,  
г. Якутск

*Аннотация.* Работа посвящена оценке уровня эколого-экономического развития в регионах России: Республики Саха (Якутия), Магаданской и Иркутской области. В настоящее время все более широко признается тот факт, что достижение устойчивости во многом зависит не только от формирования «правильной» экономики, но и от уровня экологического благополучия в целом. В ходе работы были использованы сравнительно-аналитические и вычислительные математические методы исследования с построением наглядных таблиц. Результаты исследования позволят нам сделать соответствующие выводы об устойчивом, критическом или разрушительном уровне устойчивого развития в том или иной регионе.

**Ключевые слова:** устойчивое развитие, критерии устойчивого развития, экономика, эколого-экономический рейтинг, экологическая политика, экологическая безопасность.

Исходя из определения понятия «устойчивое развитие», мы понимаем, что это именно то развитие, которое предусматривает равновесное соотношение между и экономикой, и экологией. Следовательно, если задуматься об ограниченности природных ресурсов, необходимых для обеспечения благополучной жизни в странах в будущем, уже сегодня государствам и их регионам в том числе нужна такая экономика, которая учитывает одновременно и важность экологической составляющей, чтобы предотвратить возникновение новых кризисов. Во времена, когда рассматривалось только экономическое развитие в ущерб экологическим и социальным проблемам, все это действовало в обратную сторону и только ухудшало данную ситуацию.

Примерно тогда же, человечество задумалось над формированием нового типа экономики-«зеленая экономика», включающего в себе некоторые вопросы по решению и экологических проблем. Согласно определению Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП) зелёная экономика «повышает благосостояние людей и обеспечивает социальную справедливость, и при этом существенно снижает риски для окружающей среды и ее деградации». [1]

«Будущее, которого мы хотим», концепция зеленой экономики не заменяет собой концепцию устойчивого развития, однако сейчас все более широко признается тот факт, что достижение устойчивости во многом зависит от формирования «правильной» экономики. В этом смысле зеленая экономика является основой устойчивого развития, и сама она основана на его принципах. [2]

Итак, для удостоверения в достоверности полученных результатов, мы провели анализ характера развития в регионах по критериям, дающих информацию об эколого-экономическом благополучии региона по методу японского ученого С. Мурай (табл.1). [3]

Таблица 1

Основной набор индикаторов устойчивого развития и критерии определения границ (по Мурай)

<b>Индикатор развития</b>	<b>Устойчивое</b>	<b>Критическое</b>	<b>Разрушительное</b>
<i>Рост населения</i>	<0,5% в год	1,0-1,5% в год	>2,0% в год
<i>Валовой национальный продукт за год</i>	3%<ВНП<5%	8%<ВНП<10%	ВНП>10% ВНП<0%
<i>Обезлесение</i>	<0,1% в год	0,5-1,0% в год	>1% в год
<i>Относительная площадь лесов</i>	>30%	15-20%	<10%
<i>Площадь пашни</i>	>0,3 га/чел.	0,15-0,2 га/чел.	0,1 га/чел.
<i>Обеспеченность собственным зерном</i>	>90%	60-70%	<50%

Продолжение таблицы			
<i>Плотность городского населения</i>	<50 чел./га	100-150 чел./га	>200 чел./га
<i>Численность населения города</i>	<0,5 млн чел.	>1млн чел.	>10 млн чел.

**Критерии устойчивого развития:**

**1) рост населения:**

- рост населения в начале 2021 года в Республике Саха (Якутия) составил 10 тыс.чел., что показывает *устойчивый рост*; [4]

- население Иркутской области в 2020 сократилось на 6570 чел. По сравнению с предыдущим годом (*устойчивое*); [5]

- в Магаданской области численность населения с начала 2020 года сократилось на 1158 чел.(*устойчивое*). [6]

**2) Валовой национальный продукт за год:**

- ВВП РС(Я) в 2019 году вырос на 7,8 % с 2018 г. (*между устойчивым и критическим*);

- Иркутская область показывает похожий результат (*между устойчивым и критическим*) - 5,8 %;

- ситуация на Магаданской области соответствует *критическому* развитию- 8,2 %.

**3) Обезлесение:**

- процент обезлесения в РС(Я) за 2020 год составляет около 1,8 %, что равняется 1911 тыс.га (*разрушительное*);

- в Иркутской области потеря лесного покрова на 2020 год составил 1,8 % (*разрушительное*); [7]

- площадь обезлесения в Магаданской области составляет около 0,33 % в год (*между устойчивым и критическим*).

**4) Относительная площадь лесов:**

- площадь лесов Республики Саха (Якутия) составляет около 80% в структуре земельного фонда;

- леса Иркутской области занимают 92 % от общей площади земель;

- общая площадь лесов Магаданской области составляет 45,6 млн. гектаров (60 %).

**5) Площадь пашни:**

- площадь пашни в РС(Я) составляет 104,5 тыс.га на 9 (9,3 га/чел., *устойчивое*);

-1 608,4 тыс. га. приходится на 2 375 021 чел. в Иркутской области (1,4 га/чел., *устойчивое*);

- в Магаданской области же на душу населения достается 5,8 га пашни (*устойчивое*).

**Формула плотности территории:**

$$\text{Плотность} = \text{численность} / \text{площадь}$$

#### **б) Обеспеченность собственным зерном:**

- Якутия и Иркутская область полностью обеспечивают себя продовольственным зерном;

- В Магаданской же области из-за местных условий и состояния плодородности почв около половины необходимого зерна приходится закупать.

#### **7) Плотность городского населения:**

- Якутия является одним из малозаселенных регионов РФ, плотность городского населения составляет 0,2 чел. на кв.км (устойчивое);

- в Иркутской области- 2,4 чел. на кв.км (устойчивое);

- 0,3 чел./кв.км в Магаданской области (устойчивое).

#### **8) Численность населения города:**

- во всем трех регионах города имеют меньше 1 млн.человек, которое соответствует критерию *нормального устойчивого развития* (УР).

Итак, по результатам анализа по критериям УР мы составили такую таблицу (табл.2).

Таблица 2

Характер развития в регионах по критериям устойчивого развития С. Мураи

<b>Индикатор развития</b>	<b>Республика Саха (Якутия)</b>	<b>Иркутская область</b>	<b>Магаданская область</b>
<i>Рост населения</i>	Устойчивое	Устойчивое	Устойчивое
<i>Валовой национальный продукт за год</i>	Устойчивое	Устойчивое	Критическое
<i>Обезлесение</i>	Разрушительное	Разрушительное	Устойчивое
<i>Относительная площадь лесов</i>	Устойчивое	Устойчивое	Устойчивое
<i>Площадь пашни</i>	Устойчивое	Устойчивое	Устойчивое
<i>Обеспеченность собственным зерном</i>	Устойчивое	Устойчивое	Разрушительное
<i>Плотность городского населения</i>	Устойчивое	Устойчивое	Устойчивое
<i>Численность населения города</i>	Устойчивое	Устойчивое	Устойчивое

В целом, несмотря на единичные отклоняющиеся критерии, все регионы соответствуют критериям устойчивому развитию, которое говорит об оптимальном уровне эколого-экономического благополучия. Дополнительно, если рассматривать текущие (эксплуатационные) затраты на охрану окружающей среды среди трех субъектов Российской Федерации за 2020 год, то самые большие затраты были осуществлены Республикой Саха (Якутия), на втором месте- Иркутская область и далее за ней-Магаданская область. [8] Необходимые для анализа сведения о регионах были взяты из официальных сайтов территориальных органов Федеральной службы государственной статистики по регионам.

Не остается без внимания и процесс современного интенсивного техногенеза, который сам по себе противоречит естественному, безопасному функционированию экологических систем и биогеоценозов в целом. Техногенез становится необходимостью для обеспечения наилучших социально-экономических условий и неотъемлемой частью развития современного человечества. К сожалению, его последствия нам уже известны и представляют собой антропогенное нарушение экологических условий среды обитания и природы всецело, затрагивая все компоненты среды, отражающееся в ухудшении их изначального состояния. Поэтому, следуя **Закону глобального развития биогеоценоза планеты** Ядрихинского, – **«Эволюционирование биогеоценоза планеты происходит в условиях непрерывной синергии процессов естественного сохранения устойчивости биосферы и глобального техногенеза на принципах всеобъемлющей миграции антропогенных факторов энерго-массопереноса между всеми сопредельными территориями ойкумены»**, на уровне экосистем регионов должны проводиться фундаментальные исследования, нацеленные на решение глобальных экологических проблем. [9] Глобальность таких проблем требует решения на уровне интегрированных сопредельных территорий, которые понимают важность и необходимость сотрудничества в целях обеспечения экологической безопасности. Любая территория на основе неограниченности и открытости экосистемы вне и внутри ее пределов является связанной со своими сопредельными регионами. Чаще такая межрегиональная сопредельность из-за отсутствия унифицированных соглашений и норм в области охраны окружающей среды между субъектами приводит к негативным эффектам и последствиям, которые несут за собой значительный ущерб не только их экологии, но и экономике, и здоровью местного населения.

Итак, подводя итоги по работе, можно сказать, что устойчивое развитие, за которым стоит будущее, на данный момент является само собой приоритетным. Основная суть- во всем должен быть баланс в плане развития, ровно, как и между экономикой и экологией, необходимо пересмотреть экологическую политику между регионами в целях устойчивого развития, что позволит избежать непредвиденных катастрофических последствий в будущем.

### Список литературы

1. Кудинова Г.Э. *Навстречу «зеленой» экономике: Пути к устойчивому развитию и искоренению бедности. Найроби (Кения); Женева (Швейцария); Москва (Россия): ЮНЕП, 2011. 738 с / Г.Э. Кудинова, Г.С. Розенберг, В.С. Юрина // Принципы экологии. – 2012. – № 4(4). – С. 42*

2. *Бобылёва С.Н. Зелёная экономика и цели устойчивого развития для России: коллективная монография / С.Н. Бобылёва, П.А. Кирюшина, О.В. Кудрявцевой. – М.: Экономический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, 2019. – 13 с.*

3. *Геоэкология: учебник для студентов высших учебных заведений / Г.Н. Голубев. – М.: Изд-во ГЕОС, 1999. – 338 с.*

4. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по РС(Я): [Электронный ресурс]. URL: <https://sakha.gks.ru/folder/32348> (дата обращения: 05.06.2021)
5. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Иркутской области: [Электронный ресурс]. URL: <https://irkutskstat.gks.ru/folder/45697> (дата обращения: 05.06.2021)
6. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Магаданской области: [Электронный ресурс]. URL: <https://habstat.gks.ru/news/document/112853> (дата обращения: 05.06.2021)
7. Карта потери древесного покрова России: [Электронный ресурс]. URL: <https://www.globalforestwatch.org/map/country/RUS/18/> (дата обращения: 05.06.2021)
8. Федеральная служба государственной статистики (Росстат): [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194> (дата обращения: 05.06.2021)
9. Ядрихинский И.В. О значении фундаментальных исследований// *Международный научно-исследовательский журнал* / И.В. Ядрихинский. – 2021. – № 4 (106). – С.33

## **ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ ВОДНОСТИ РЕК ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ С УЧЁТОМ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЭФФЕКТОВ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА**

Магистрант гр. 340601/02 Х.Т. Есоян,  
Научный руководитель – доцент, к.т.н. А.В. Волков  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

***Аннотация.** На основе статистической обработки рядов уровней и расходов воды в реках Уна и Красивая меча, протекающих по территории Тульской области, сформированы модели многолетней динамики данных параметров, отражающие принципиально колебательный характер изменения водности рек. Установлены тенденции изменения параметров линейных трендов рядов с ходом времени, связываемые с неодинаковым характером влияния на водность климатических и антропогенных факторов. На базе анализа градиентов фоновых компонентов расходов воды выполнено зонирование исторической траектории развития региона до 2035 года с выделением ключевых рубежей, в окрестности которых экологические, социально-демографические, экономические и, видимо, военно-политические тенденции развития будут меняться особенно выражено (быстро).*

Глобальные и региональные аспекты изменения климата обсуждаются в документах и информационных сообщениях Всемирной метеорологической организации (<https://public.wmo.int/ru>), Росгидромета, ФГБУ «Главная геофизическая

обсерватория имени А.И. Воейкова (<http://voeikovmgo.ru>) и иных отечественных и зарубежных профильных организаций.

В частности, анализу закономерностей изменений климата и сопряжённых с ними процессов посвящены ежегодные Доклады об особенностях изменения климата на территории России [1, 2]. Динамику опасных явлений, включая гидрологические и агрометеорологические явления, наносящих значительный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения, иллюстрирует рис. 1.

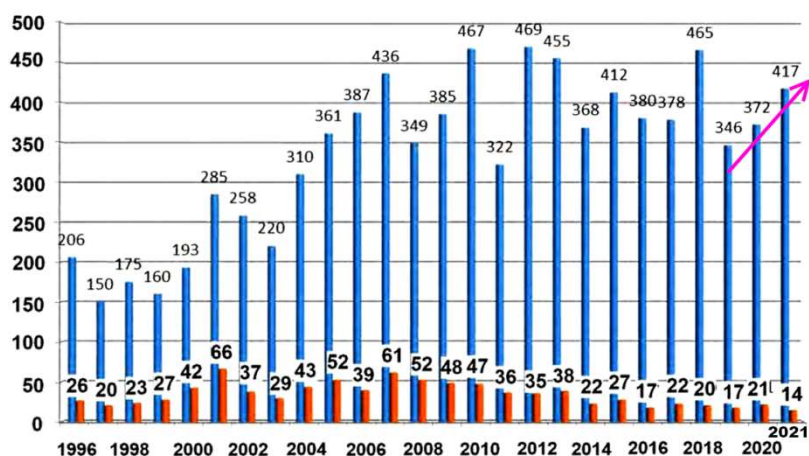


Рис. 1. Динамика опасных гидрометеорологических явления в РФ в 1996-2021 годах: общее количество и количество непредусмотренных явлений

Доклады обобщают результаты климатических исследований, проводимых НИУ Росгидромета, и являются официальным источником надёжной информации о состоянии и тенденциях изменения климата на территории РФ. Материалы докладов основаны на апробированных многолетних данных государственной наблюдательной сети Росгидромета и утвержденных методиках их обработки и анализа.

Влияние вариаций природных факторов сказывается не только на санитарно-эпидемиологическом благополучии населения, но затрагивает и продовольственную безопасность регионов мира, обеспеченность населения питьевой водой, усиливает военно-политические риски. По мнению Генерального секретаря Всемирной метеорологической организации Петтери Тааласа, «негативные последствия климатических изменений ощущают все страны. Эта негативная тенденция продолжится в ближайшие десятилетия... Потепление увеличивает геополитическую нестабильность..., приводит к росту миграции населения, к локальным кризисам и даже вооруженным столкновениям» (<http://cc.voeikovmgo.ru/>).

Результаты анализа и прогноза влияния факторов среды на уровень глобальных рисков изложены в докладе аналитической компании *RAND* «Окружающая среда, география и будущее войны. Изменение глобальной окружающей среды и её последствия для ВВС США» (2020). На обсуждение вынесены следующие вопросы: какие экологические тенденции должны интересовать военных? Каковы изменения экологических трендов в ближайшие 10-15 лет? Как эти изменения могут сказаться на характере войн будущего? При этом «климат и география, безусловно, определяют, где и почему происходят конфликты»



([https://www.rand.org/pubs/research\\_reports/RR2849z5.html](https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR2849z5.html); дата обращения: 07.06.2020).

Например, согласно публикации в журнале *Nature Climate Change*, в Северной Америке с начала XXI века продолжается многолетняя засуха, самая сильная за последние 1 200 лет. Это свидетельствует о «реализации худшего сценария изменения глобального климата». По оценке учёных Колумбийского университета, а также Центра прогнозирования климата США, изменения способствует уменьшению снежного покрова, питающего реки, и росту дефицита атмосферной влаги, что уменьшает сумму осадков (<https://lenta.ru/ews/2022/02/15/megadrought/>).

В России, при принятии решений в области внутренней и внешней политики, учёту подлежат следующие достоверные климатические изменения:

- с середины 1970-х годов на территории РФ температура воздуха растёт на  $0,47^{\circ}C$  за 10 лет, что в 2,5 раза превышает темпы роста средней глобальной температуры;

- значительная часть территории страны находится в области значительных наблюдаемых и прогнозируемых изменений климата;

- последствия изменений оказывают возрастающее влияние на социально-экономическое развитие страны, но формируют и новые возможности;

- надлежащее прогнозирование климатических тенденций и сопряжённых с ними изменений является важной научно-практической задачей (распоряжение Правительства РФ № 3183-р от 25.12.2019 года; <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73266443/>).

По мнению основоположника российской климатологии М.И. Будыко, сезонная и многолетняя изменчивость климатических факторов – важный экологический сигнал для всех организмов, включая человека. Поэтому оценка изменений параметров климатического режима территории на основе эмпирических методов обработки данных и/или теоретических моделей актуальна и практически значима. Наибольшее значение имеют расчёты на ближайшие 15-25 лет. Важное направление деятельности – установление и анализ *пространственно-временных закономерностей изменения* гелиофизических, климатических и иных режимов территорий на основе теоретических моделей и/или эмпирических методик обработки данных наблюдений. При этом, «стремление повысить точность... расчётов выше её ограничения неопределённостями в исходных данных лишено оснований» [3, с. 22].

Учёный акцентирует внимание на следующем методологическом принципе: в случае, когда речь идёт о прогнозе поведения сложной климатической системы, нельзя полагаться на результаты какого-либо одного метода, сколь бы надёжными они не казались. Говорить о достоверности прогноза можно лишь в том случае, если он подтверждается несколькими независимыми методами. В частности, импульс для развития теоретических моделей дают заключения, полученные на основе статистического анализа эмпирических данных. Подобное направление исследований предполагает поиск закономерностей изменения какого-либо «поля» с учётом колебания уровня погрешности и дискретности исходных данных, а также наличия пропусков информации [4, с. 152-153].

В целом, современное состояние проблемы анализа и прогноза климатических и сопряжённых с ними природных и социально-экономических изменений требует совершенствования статистических методов обработки информации – их адаптации к характеристикам массивов привлекаемых данных, которое бы позволило достоверно различать долгопериодические и быстрые изменения систем, а также использовать полученные закономерности для построения прогнозов различных временных масштабов и степени детализации прогнозной информации [4, с. 168].

В данном исследовании исходная для обработки информация агрегирована в виде многолетних – начиная с 1947 года и 1976 года – временных рядов некоторых гидрологических и климатических показателей Тульской области и предоставлена Тульским центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – филиалом ФГБУ «Центральное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды». Данные ряды являются статистическими выборками, организованными во времени и количественно характеризующими многолетнюю динамику экологических условий на участках водосборов рек Упа и Красивая меча.

Начальным пунктом обработки данных является задание математической модели поля. На её основе определяют, какую часть поля считать сигналом, а какую – помехой. Обычно помеха описывается случайным процессом. В большинстве случаев поле  $F(t)$  представляют в виде суммы нескольких компонент:

$$F(t) = F_{\text{фон}}(t) + F_{\text{сигнал}}(t) + n(t),$$

где  $F_{\text{фон}}(t)$  – фоновая составляющая поля;  $F_{\text{сигнал}}(t)$  – полезный сигнал, или аномалия поля;  $n(t)$  – погрешность измерений, шум или помеха, обусловленная инструментальными и методическими ошибками эксперимента. Система, подчиняющаяся принципу суперпозиции, именуется линейной системой [5-6].

Итак, главными этапами обработки данных являются:

- обоснование модели поля и соответствующая ей постановка задач трансформации данных;
- выявление спектральных и корреляционных характеристик поля;
- фильтрация поля с целью выявления его компонент;
- оценка качества обработки данных и анализ полученных закономерностей.

Спектральный анализ является надёжным инструментом исследования линейных или почти линейных систем. Идеи и методы спектрального анализа базируются на достижения одного из корифеев теории информации, телекоммуникации и обработки сигналов американского математика Ричарда Хемминга (*Richard Wesley Hamming*) [7].

Существует несколько вариантов спектрального анализа данных. В частности, широкое распространение получил подход, основанный на корректном расчёте величин периодов всех входящих в сигнал колебательных компонент. Далее определяют величины их амплитуд и начальных фаз методом наименьших квадратов (МНК). Такой вариант именуют *оптимальной селекцией сигнала* [5].

Наблюдаемые в природе поля часто порождены колебательными процессами. Таковыми именуют процессы, характеристики которых повторяются во времени. При этом различные по природе колебания описывают едиными математическими моделями. Колебания называют периодическими, если значения всех параметров изучаемого процесса повторяются через равные промежутки времени. Наименьший

интервал времени, по истечении которого повторяются значения параметров, называют периодом колебания:  $T [c] = f^{-1} [Гц]$ .

Частным случаем периодического колебания выступает гармоническое колебание, описываемое моделью вида

$$X(t) = A \cdot \cos([2\pi \cdot t]/T + \varphi_0),$$

где  $X(t)$  – параметр процесса;  $A$  – амплитуда колебания;  $T$  – период колебания;  $[2\pi \cdot t]/T$  – циклическая частота;  $\varphi_0$  – начальная фаза колебания.

Однако часто в состав сигнала входят не гармонические, а циклические колебательные компоненты. Поэтому, при формировании моделей процессов, для каждой колебательной моды тестируется эффективность применения её амплитудной (АМ) и фазовой (ФМ) модуляции в виде:

1)  $A \cdot \cos(2\pi \cdot t/T_{AM} + B_{AM}) \times \cos(2\pi \cdot t/T + B)$ ;

2)  $A \cdot \cos(2\pi \cdot t/T + B \cdot (2\pi \cdot t/T_{FM} + B_{FM}))$ .

В том случае, если подобное преобразование повышает величину индекса корреляции  $R$ , оно включается в финальную модель, если нет, то отвергается. Частотная модуляция мод в данном исследовании не используется.

Как известно, величина индекса  $R$  отражает силу нелинейных связей между массивами фактических и модельных данных и часто интерпретируется по шкале Чеддока. Тогда диапазону изменения индекса 0,1...0,3 соответствует связь слабая; 0,3...0,5 – умеренная; 0,5...0,7 – заметная; 0,7...0,9 – тесная; 0,9...0,99 – весьма тесная [8].

Следует указать ещё несколько аспектов методологии исследований.

1. Согласно теореме В.А. Котельникова (теореме отсчётов), достоверность формального приближения по времени ограничена интервалом, объединяющим не менее двух позиций ряда. С учётом обработки рядов среднемесячных величин, достоверность определения даты событий составляет  $\pm 1$  месяц.

2. Основной задачей исследования является разработка и анализ нелинейных *многолетних трендов* гидрологических и климатических показателей Тульской области, а никак не *краткосрочный их прогноз*. Поэтому, с целью повышения устойчивости линейных моделей, при их формировании не используются наиболее высокочастотные моды, представленные в спектрах. Безусловно, это снижает достоверность приближения фактических значений модельными в краткосрочном аспекте (в аспекте внутригодовой динамики), но повышает устойчивость моделей.

3. Критерием устойчивости моделей выступает сохранение величин математического ожидания (*Mean*) и стандартного отклонения (*SD*) прогнозного ряда относительно постоянными в границах различных временных интервалов.

4. Реализуемая в исследовании методология позволяет формировать и более физически достоверные – детализированные – прогнозы: по последним 30-40 позициям изучаемого ряда приблизительно на 7-10 позиций вперёд. Точность прогнозных заключений по времени увеличивается при переходе от рядов среднемесячных величин к рядам подекадных значений или более дискретным данным.

Многолетняя динамика величин уровней воды в реке Упа (*Uroven*; м по Балтийской системе высот) в интервале аргументов  $d = 1..876$ , то есть с января

1947 года по декабрь 2019 года, и линейный тренд ряда приведены на рис. 2, а динамика величин расходов воды ( $URashod$ ; м<sup>3</sup>/с) – на рис. 3.

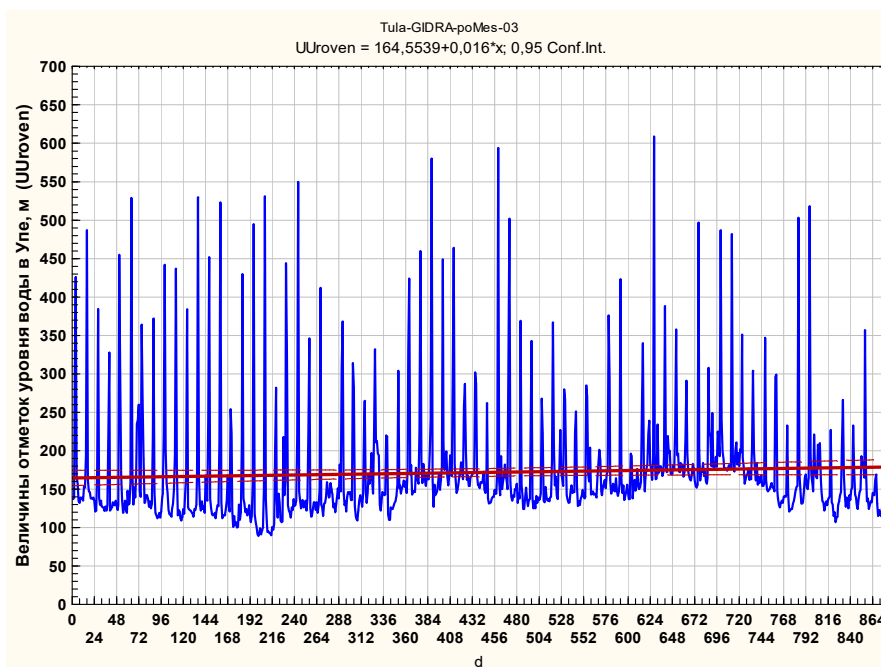


Рис. 2. Многолетняя динамика уровней воды в Упе и линейный тренд изучаемого ряда (организованной во времени статистической выборки)

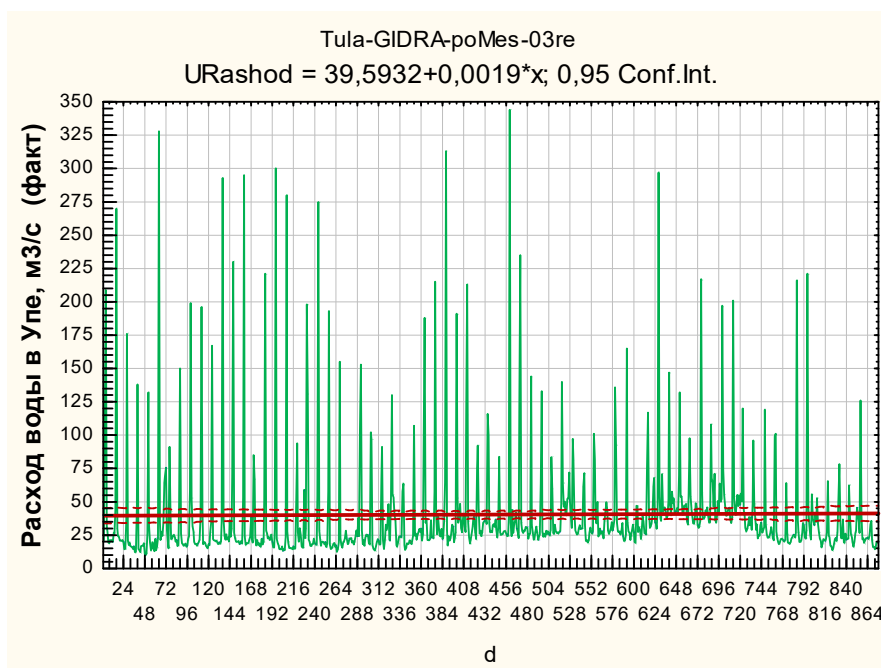


Рис. 3. Многолетняя динамика величин расходов воды в Упе

Согласно рис. 2-3, обращает на себя внимание возрастающий тренд изменения параметров (величина коэффициента тренда  $b > 0$ ), что может быть связано, скорее, не с региональными эффектами динамики климата, а с влиянием *антропогенного фактора* – со сбросом в данный водоток в различной степени очищенных сточных вод исходно артезианского происхождения.

Как указано в докладах об особенностях климата на территории РФ, линейные тренды гидрометеорологических параметров часто характеризуются величинами  $b$ , исчисляемыми в процентах изменения параметров по отношению к норме, за которую принята средняя величина за период 1961-1990 годов. В интервале 1961-1990 годов величины статистик фактических и модельных значений уровней воды в Упе составляют:  $Mean_{UU} = 168,635$ ;  $SD_{UU} = 79,492$ ;  $Mean_{UU-mod} = 166,798$ ;  $SD_{UU-mod} = 69,798$ . Поэтому, исчисляемые в процентах от нормы 1961-1990-х годов, величины параметров линейных трендов таковы:  $b_{UU} = 0,0095\%$ ;  $b_{UU-mod} = 0,0119\%$ . Соответствующие показатели фактических и модельных рядов расходов воды в Упе таковы:  $b_{UR} = 0,0048\%$ ;  $b_{UR-mod} = 0,0111\%$ .

Рассчитываемый по моделям динамики приземных температур параметр  $b_T = 0,070\%$ , а соответствующий параметр ряда средних за месяц сумм осадков  $b_{Oc} = -0,013\%$ . Таким образом, порядок абсолютной – без учёта знака – величины коэффициентов линейных трендов  $b$  различных климатических и ряда гидрологических показателей Тульской области, как правило, *совпадает* и составляет  $n \cdot 10^{-2}\%$  ( $n=1, \dots, 9$ ).

Динамику фактических и модельных ( $UU1M2050$ ) величин уровней воды в Упе в интервале 1947-2050 годов отражает рис. 4.

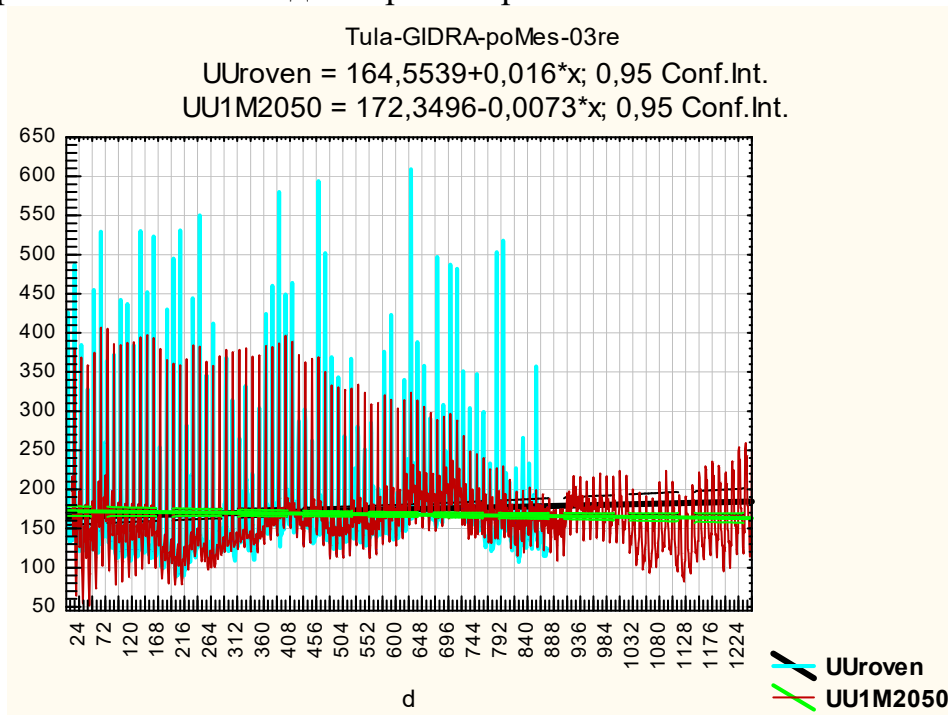


Рис. 4. Многолетний ход и линейные тренды фактических и модельных величин уровней воды в Упе

Согласно рис. 4 и дополнительным расчётам, на больших временных интервалах параметр  $b$  линейного тренда модельного ряда уменьшается, оставаясь при этом положительным, и к середине века меняет знак на противоположный. Возможно, это свидетельствует: 1) о снижении скорости процесса при сохранении его общей направленности; 2) о снижении влияния на динамику процесса антропогенного фактора и об усилении влияния природных, в том числе климатических, факторов и тенденций; 3) о погрешностях формирования модели.

Полученная модель фоновой компоненты позволяет в наиболее общих чертах зонировать перспективный временной интервал на основании нахождения параметра *выше или ниже* линии многолетнего тренда. В частности, именно в границах 2022 года (декабрь 2022 года соответствует  $d = 912$ ) величина компоненты переходит в область, расположенную *над* линией тренда, а после 2030-2031 годов года ( $d = 1008-1020$ ) резко уходит *ниже* линии тренда.

Итак, в перспективе десятков лет параметр  $b$  тренда модельного ряда уровней воды в Упе является положительной величиной, но постепенно уменьшается. Как истолковать данный результат? Река Упа – важнейшая водная артерия Тульской области, расположенная в центре региона. На её берегах возник и развивался город Тула, а ныне расположены крупнейшие предприятия металлургии, машиностроения, химической, строительной и горнодобывающей индустрии. На балансе части предприятий находятся артезианские скважины. Для реализации ряда технологий, включая поддержание цикла гальванического производства, используется водопроводная вода. Прошедшие очистку сточные воды сбрасываются в Упу, а некоторые предприятий обеспечивает выпуск недостаточно очищенных сточных вод (в чём автор убедился в одной из экологических экспедиций). Поэтому увеличение водности небольшой реки, в условиях развития потепления, мы связываем с добавлением к её естественному питанию сточных вод, играющих роль антропогенного компонента поверхностного и подземного питания. И именно существенное изменение военно-политической, финансово-экономической и демографической ситуаций в регионе (предположительно, в интервале 2028...2040 годов) может повлиять на тренд рассматриваемого процесса, переведя величину параметра  $b$  (м/месяц) в область отрицательных величин, то есть согласовав тенденцию с динамикой изменений климата.

Динамику модельных величин расходов воды в Упе иллюстрирует рис. 5.

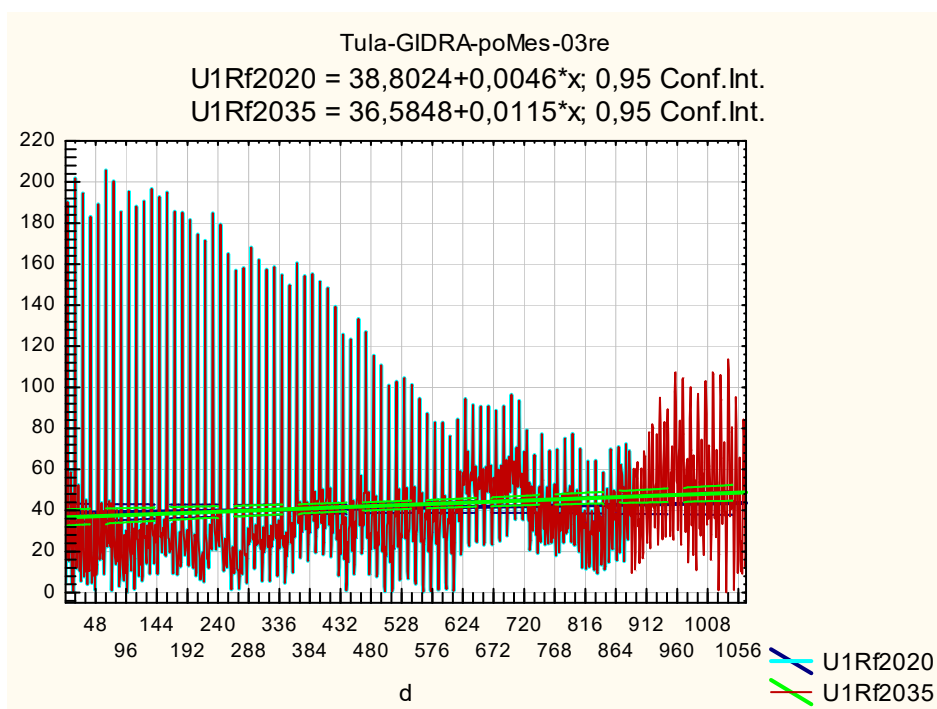


Рис. 5. Ход фактических и модельных значений расходов воды в Упе до декабря 2020 и декабря 2035 годов и параметры линейных трендов

Характер изменения величин параметра трендов  $b$  (единицы измерения ряда / месяц) и  $D$  (доля фона в общей дисперсии тренда, %) фоновых компонент изучаемых рядов отражает рис. 6.

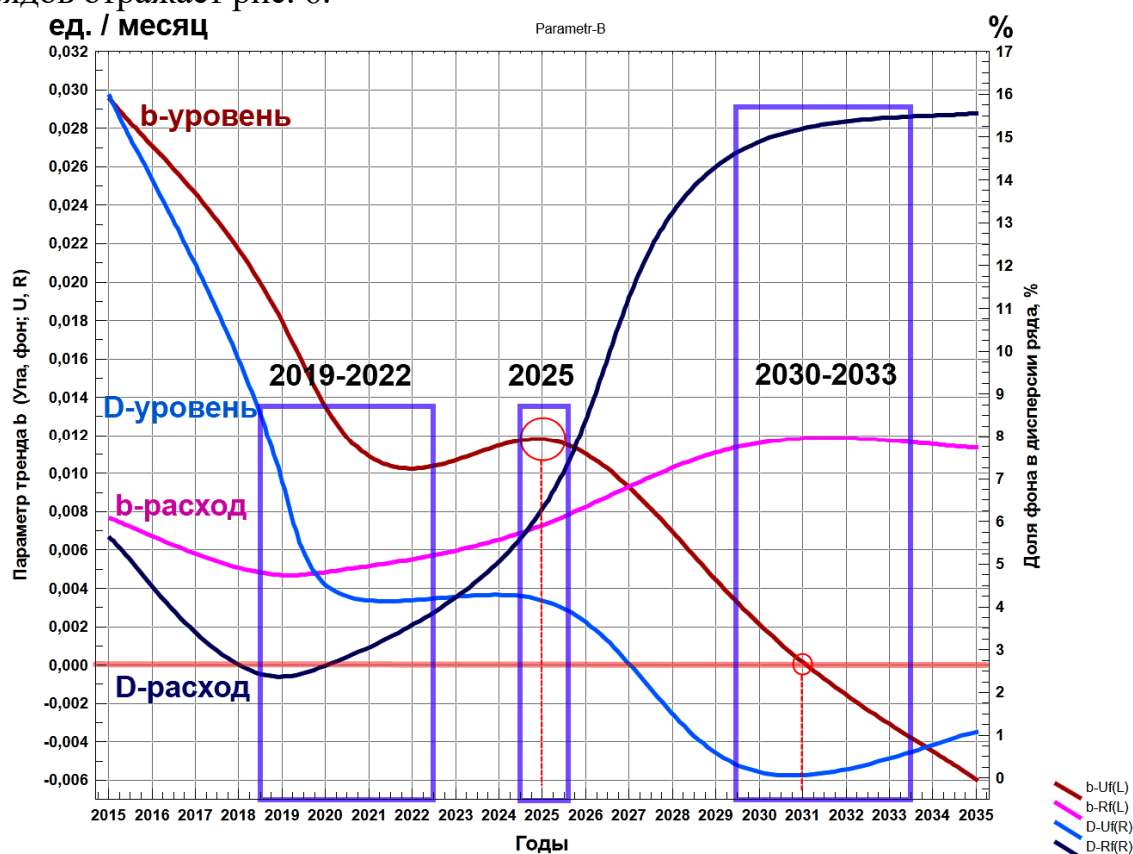


Рис. 6. Изменение величин параметра трендов  $b$  (ед./месяц) и  $D$  (%) фоновых компонент изучаемых рядов

Согласно рис. 6, до фазы эпидемии *COVID-19* и существенного усиления экономического давления на Россию 2019-2022 годов все параметры уменьшали свои значения. Снижение величины  $b$ , находящейся, тем не менее, в области положительных значений, мы истолковываем как уменьшение влияния на гидрологические процессы экономического фактора и усиление влияния собственно климатического фактора. Восстановительный рост российской экономики повлиял на эту тенденцию, причём для различных регионов Тульской области характер этого влияния, видимо, различается. Для относительно крупного водотока, в который обеспечивают выпуск сточных вод крупнейшие предприятия области, в том числе ориентированные на ОПК, возвращение к первоначальной тенденции допускается после 2025 года (по ряду уровней воды) и после 2031 года (по ряду расходов воды). При этом в 2031 значения параметра  $b_{UU}$  пересекут нулевой уровень. Причина, по которой два сопряжённых показателя одного и того же водного объекта демонстрируют различающуюся динамику, требует дополнительного анализа. Возможно, речь идёт о погрешностях формирования моделей на основе различающихся наборов периодов колебательных мод.

Динамику модельных величин расходов (слева) и уровней (справа) воды в Упе, а также их фоновых компонент, в окрестности 2030-33 годов ( $d = 1008-1044$ ) иллюстрирует рис. 7.

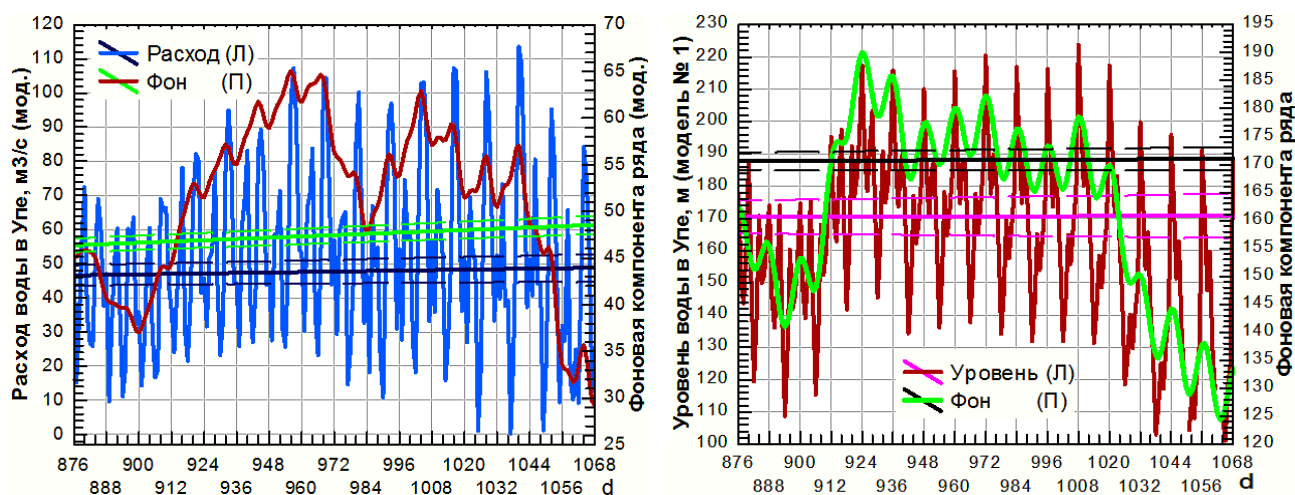


Рис. 7. Динамика модельных величин расходов и уровней воды в Упе, а также их фоновых компонент, в окрестности 2030-33 годов

Согласно рис. 7, и полные модельные ряды, и их фоновые составляющие, в целом, демонстрируют согласованную динамику в интервале 2019-2035 годов, в том числе, в окрестности 2030-33 годов. Согласованное изменение гидрологических показателей подтверждает расчёт функции взаимной корреляции рядов. Подобные расчёты выполнены и для реки Красивая меча.

Далее рассмотрим временную динамику средних за один месяц градиентов (скоростей;  $gr$ ) изменения величин фоновых компонент расходов воды в реках Упа (индекс «У») и Красивая меча (индекс «КМ»), а также их трансформант, полученных сглаживанием расчётных рядов скользящим окном с весами Р. Хэмминга ( $s$ ), представленную на рис. 8.

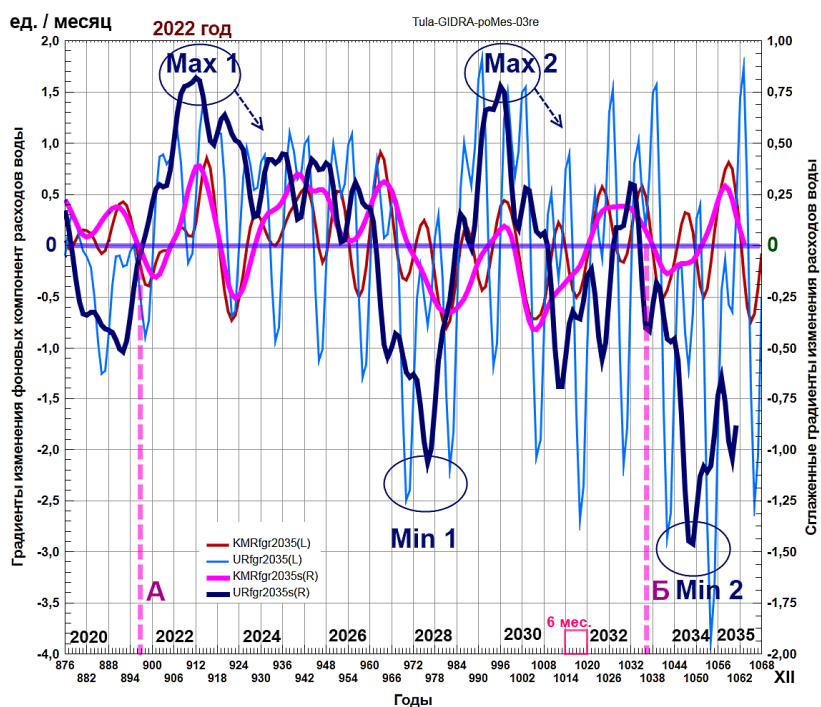


Рис. 8. Изменение градиентов расходов воды и их сглаженных вариантов в интервале 2020-2035 годов



Согласно рис. 8, дисперсия градиента расходов воды в Красивой мече относительно невелика, хотя динамика показателя вполне согласуется с таковой для ряда Упы. Следовательно, несмотря на региональные особенности естественного и антропогенного питания рассматриваемых рек, заметно отличающихся друг от друга водностью, многолетняя динамика их гидрологических характеристик контролируется единым набором главных, или «принципиальных», факторов. Тем не менее, если допускать влияние на параметры водотоков антропогенного фактора (выпуска сточных вод), то снижение экономической активности в столице региона в 2019-2022 годах сказалось на динамике водности Упы сильнее, чем расположенных на юго-восточных рубежах области предприятий пищевой промышленности на гидрологии Красивой мечи.

В 2021 году сглаженные ряды перешли в область положительных значений (см. рис. 8, позиция А) и синхронно достигли локального максимума в 2022 году. Далее, согласно прогноза, их величины начнут убывать (безусловно, не монотонно) и достигнут минимума в окрестности 2028 года. Другими словами, будет иметь место *снижение величин* гидрологических характеристик водотоков Тульской области наиболее быстрыми темпами. Этот эффект мы связываем с сокращением объёмов естественного и антропогенного питания рек в силу действия как климатических, так и экономических факторов. Однако очень быстро – уже к рубежу 2029-2030 годов – градиенты достигнут следующего локального максимума. Чем может быть обусловлена столь быстрая смена тенденции, покажет время.

После 2030 года величина градиента, рассчитанного для Упы, начинает очередное *снижение* и достигает наибольшего по амплитуде минимума в районе 2034 года (см. рис. 8, позиция Б). Минимума, но гораздо менее выраженного, достигает и градиент параметра Красивой мечи. Иначе говоря, какая-то ситуация, или сочетание факторов, скажется на гидрологии водотоков в пределах промышленного севера Тульского края сильнее, чем в границах преимущественно аграрного юго-востока.

В заключении следует сказать, что анализ временной динамики показателей одной «таксономической» группы, в том числе зонирование на их основе исторической траектории региона, безусловно, содержит выраженный элемент неоднозначности и, стало быть, недостоверности выводов. Повышение достоверности заключений требует комплексирования оснований, методов и приёмов познания, в том числе обращения к моделям временной динамики региональных показателей иных «таксономических» групп, в том числе социально-демографических, финансово-экономических, военно-политических, экологических (климатических). Теоретическую базу подобного комплексирования формирует разработанная географией концепция *эколого-географических ситуаций*, а эмпирическую базу исследований образуют приёмы и методы регистрации и трансформации сигналов, развиваемые *разведочной геофизикой*.

### Список литературы

1. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2020 год. – М., 2021. – 104 с.
2. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2021 год. – М., 2022. – 104 с.

3. Борзенкова И.И. Быстрые колебания климата в позднеледниковье – голоцене. Анализ эмпирических данных и возможных причин / И.И. Борзенкова, Е.Л. Жильцова, В.А. Лобанов // Современные проблемы экологической метеорологии и климатологии: сборник статей, посвященный 85-летию академика М.И. Будыко. – СПб.: Наука, 2005. – 247 с.

4. Лобанов В.А. Эмпирико-статистическое моделирование временных и пространственных изменений гидрометеорологических характеристик / В.А. Лобанов, О.А. Анисимов // Современные проблемы экологической метеорологии и климатологии: сборник статей, посвященный 85-летию академика М.И. Будыко. – СПб.: Наука, 2005. – 247 с.

5. 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.

6. Дэвис Дж. С. Статистический анализ данных в геологии. В 2-х книгах / пер. с англ. В.А. Голубевой. Под ред. Д.А. Родионова. – М.: Недра, 1990.

7. Хемминг Р.В. Цифровые фильтры / пер. с англ. Ред. пер. О.А. Потапов. – М.: Недра, 1987. – 221 с.

8. Ефимова М.Р. Общая теория статистики: учебник. 2-е изд., испр. и доп. / М.Р. Ефимова, Е.В. Петрова, В.Н. Румянцев. – М.: ИНФРА-М, 2009. – 416 с.

## **АНАЛИЗ И ПРОГНОЗ ДИНАМИКИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ (НА ПРИМЕРЕ ТЕМПЕРАТУР ПРИЗЕМНОГО ВОЗДУХА)**

Магистрант гр. 340601/02 Х.Т. Есоян,  
Научный руководитель – доцент, к.т.н. А.В. Волков  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

***Аннотация.** На основе статистической обработки рядов средних за месяц температур приземного воздуха в городах Тула и Ефремов (Тульская область) сформированы модели многолетней динамики данного параметра, отражающие принципиально колебательный характер климатических изменений в регионе. Установлены тенденции изменения параметров линейных трендов рядов с течением времени, связываемые как с величиной глубины прогноза, так и с величиной интервала дискретизации исходных данных – одна декада, месяц или год. На базе полученных закономерностей сформирован единый алгоритм обработки рядов иных климатических характеристик Тульской области.*

Изменения окружающей среды сказываются не только на составе, строении, свойствах природных систем, санитарно-эпидемиологическом благополучии населения, уровне общественного здоровья, но затрагивают и продовольственную безопасность регионов мира, обеспеченность населения питьевой водой, усиливают военно-политические риски. В частности, по мнению Генерального секретаря

Всемирной метеорологической организации Петтери Тааласа, «негативные последствия климатических изменений ощущают все страны. Эта негативная тенденция продолжится в ближайшие десятилетия... Потепление увеличивает геополитическую нестабильность..., приводит к росту миграции населения, к локальным кризисам и даже вооруженным столкновениям» (<http://cc.voeikovmgo.ru/>).

Закономерности взаимодействия индивида и общества с окружающей средой в конкретных социально-исторических условиях выявляет *экология человека*. Методы компенсации эффектов метеотропного реагирования играют важную роль в контексте реализации технологий регионального природопользования. Будучи наиболее реактивной, сердечнососудистая система одна из первых – но не единственная – включается в приспособительные реакции.

Глобальный эксперимент «Солнце – климат – человек» проводился в 1980-х годах по инициативе Сибирского отделения АН СССР. Установлено, что в периоды затяжных погодных аномалий или контрастной погоды на фоне геомагнитных бурь сердечнососудистые заболевания обостряются. По результатам исследований показано, что *биотропность* влияет на человека как добавочный стресс, на который человек, безусловно, реагирует. Она зависит от медико-патологических, климатических и геофизических факторов, от сезона года и времени суток [1].

В 1980-х годах в Институте географии РАН приступили к решению задачи районирования территории страны по критерию влияния природных условий на здоровье и трудоспособность человека. Путем наложения климатических, медицинских и социально-экономических карт разработана итоговая карта «Районирование территории Севера и Востока СССР по природным условиям жизни населения». Методика районирования и выделения зон – от комфортной до абсолютно дискомфортной – базировалась на расчёте так называемых биоклиматических индексов. Набор подобных индексов достаточно широк, а опыт применения для задач анализа и прогноза влияния окружающей среды на здоровье человека весьма значителен [2].

Ныне, по мнению специалистов Университета Рединга и Университетского колледжа Лондона, изложенному в журнале *Environmental Research Letters*, сопровождающий изменения климата рост температур воздуха увеличивает преждевременную смертность населения, причём увеличивает нелинейно – быстрее температурного тренда. Показано, что количество преждевременных смертей «в самые жаркие дни года» возрастёт: на 42 % в случае повышения среднегодовой температуры на 2°; на 75 % – при повышении на 3° и в 2,75-3 раза – при повышении температуры на 6°. В 2021 году аномалии температуры обусловили 9 % общей смертности населения в Англии и Уэльсе. Повышается риск развития заболеваний лёгочной и сердечнососудистой систем, различных профессиональных патологий. По словам координатора проекта Эндрю Чарльтон-Переса, проблема влияния потепления на динамику социально-экономических рисков ныне становится всё более актуальной и практически значимой (<https://www.ucl.ac.uk/news/2022/mar/higher-risk-temperature-related-death-if-global-warming-exceeds-2degc>).

Другой канал влияния окружающей среды на здоровье человека выявили американские учёные (<https://www.nature.com/articles/s41467-022-28764-0>). Согласно публикации в *Nature*, важную роль в формировании здоровья играет

пыльца растений. Вызываемой ею астмой и респираторной аллергии подвержено 30 % населения мира, включая детей. Экономические издержки обусловлены ростом расходов на медицинское сопровождение населения, увеличением числа нерабочих дней, уровня преждевременной смертности. Интенсивность выделения пыльцы связана с вариациями экологических факторов – прежде всего, с динамикой температуры воздуха и количества осадка. Климатические тренды влияют на генерацию пыльцы более оперативно, чем изменения свойств почв. В масштабе десятилетий движущей силой выбросов пыльцы останутся температура и осадки при подчинённом вкладе динамики  $CO_2$ . В частности, в Северной Америке сезон выделения пыльцы будет начинаться на 40 дней ранее, его продолжительность увеличится на 19 дней, а объём выбросов пыльцы – на 16-40 %, по сравнению с уровнем 1995-2014 годов.

Специалисты российского научного проекта «Аллерготоп» подчёркивают, что весеннее цветение растений увеличивает риск заражения человека коронавирусом *SARS-CoV-2*: пыльца изменяет статус защитных функции клеток эпителия дыхательных путей, и человек становится более уязвим для вирусов и других биологических агентов (<https://lenta.ru/news/2022/03/26/pollen/>). Директор НИИ эпидемиологии и микробиологии Роспотребнадзора М. Щелканов указывает, что динамика заболеваемости *SARS-CoV-2* действительно «по-разному проявится в тех или иных климатических зонах» (<https://lenta.ru/news/2022/02/15/malyshevss/>).

Согласно публикации *The Guardian*, учёные Университета Вероны (Италия) выяснили, что обусловленное изменениями климата и высокими уровнями промышленных выбросов воздействие загрязнённого воздуха увеличивает риск аутоиммунных заболеваний. Длительное превышение пороговых уровней в  $30 \text{ мкг/м}^3$  для частиц фракции  $PM_{10}$  и  $20 \text{ мкг/м}^3$  – для  $PM_{2,5}$  повышает риски развития ревматоидного артрита на 40 %, воспалительных заболеваний кишечника, включая болезнь Крона и язвенный колит, – на 20 %, патологий соединительных тканей – на 15 %. При этом, специалисты Университета Кардиффа установили, что озеленение городов не способно в достаточной мере смягчить последствия глобального потепления в виде волн аномального тепла (<https://www.theguardian.com/environment/2022/mar/15/air-pollution-exposure-linked-higher-risk-autoimmune-diseases>).

Резкое ухудшение качества воздуха, вызванное эффектами потепления, наблюдается в большинстве городов Евразийского континента, включая Россию. Так, в марте 2022 года уровень загрязнения воздуха оказался выше, чем в Индии и Китае, которые обычно лидируют по данному показателю (<https://lenta.ru/news/2022/03/18/omsk/>).

Итак, исследования, нацеленные на анализ и прогноз влияния динамики окружающей среды на здоровье и трудоспособность человека актуальны и практически значимы. В этом контексте, *задачами исследований* являются: анализ и прогноз региональных климатических трендов; выявление биоклиматических индексов, эффективно отражающих степень напряжения физиологических систем человека в различных природных условиях; расчёт численных значений индексов по данным региональных климатических трендов; выявление закономерностей реагирования человека на сезонные и многолетние изменения факторов

окружающей среды; разработка рекомендаций по организации безопасной и эффективной жизни и трудовой деятельности населения Тульской области, в том числе, в условиях стрессов различной природы.

Эмпирической базой исследования выступают ряды температуры ( $TT$ ) и относительной влажности ( $VLT$ ) приземного воздуха, скорости ветра ( $VT$ ), средней за месяц суммы осадков ( $OsT$ ) и высоты снежного покрова ( $HSnT$ ) в окрестностях городов Тула (индекс «Т») и Ефремов (индекс «Е») с января 1976 года ( $d = 349$ ) по декабрь 2020 года ( $d = 888$ ).

Практической задачей работы является анализ динамики фактических значений среднемесячных температур, а также нескольких модельных её рядов ( $R_4 = 0,499$ ;  $R_5 = 0,512$ ), содержащих в композиции не сглаженного *ряда-остатка* линейный и логарифмический тренды; последний выполняет функцию диагностической компоненты ряда после удаления из массива сезонной моды с  $T = 12$  месяцев.

Многолетняя динамика и линейный тренд исходного ряда ( $TT$ ) показаны на рис. 1.

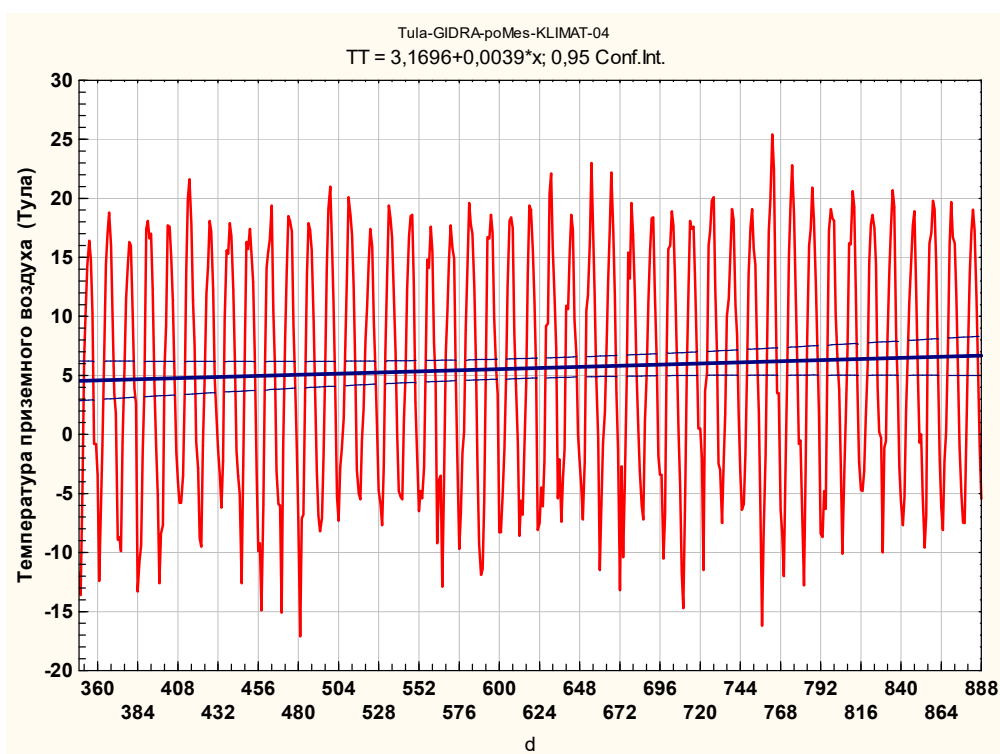


Рис. 1. Многолетняя динамика температур приземного воздуха в Туле и параметры линейного тренда

Динамику фактических и модельных значений температур в интервале аргументов  $d = 349 \dots 888$  (с января 1976 года по декабрь 2020 года) отражает рис. 2.

Согласно рис. 2, отличие двух моделей динамики приземных температур, построенных по не сглаженной диагностической компоненте исходного ряда, содержащих линейный и логарифмический тренды, характеризует, видимо, только величина индекса корреляции  $R$ . Другими словами, на интервале фактических аргументов отличие моделей № 4 и № 5 — лишь формальное.

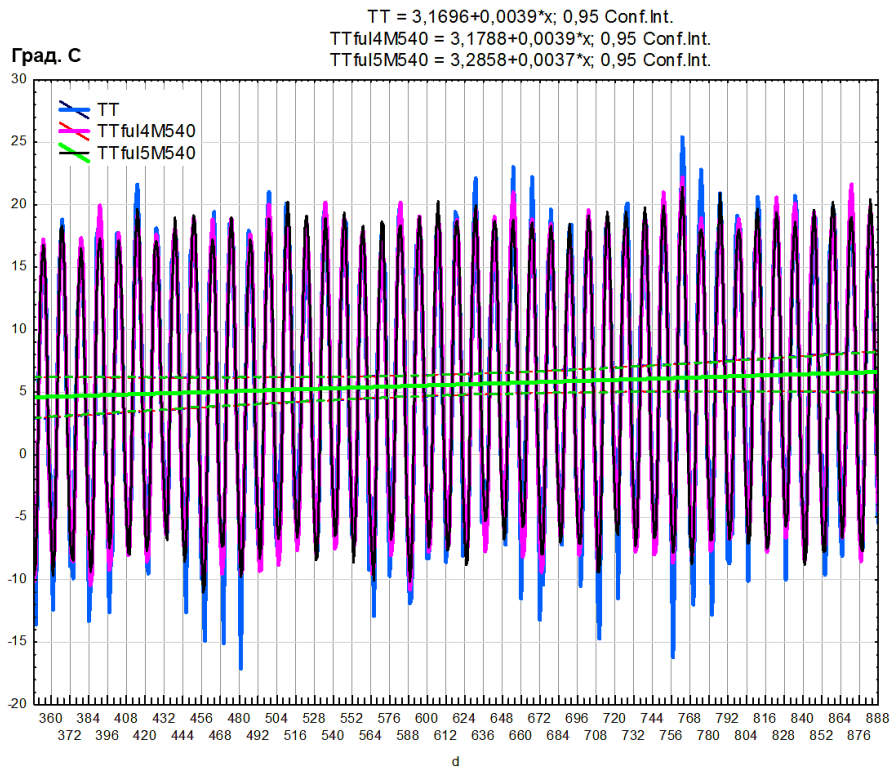


Рис. 2. Ход фактических и модельных значений температуры (по декабрь 2020 года) и параметры линейных трендов рядов

Более существенно, что модель с логарифмическим трендом (модель № 5) чуть ближе к средним по планете темпам роста приземных температур, а модель с линейным трендом – ближе к российским показателям (с учётом анализа рядов не среднегодовых, а *среднемесячных величин*; в 2020 году параметр линейного тренда  $b$  для Тулы составлял  $0,005101 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{месяц}$ , для Ефремова –  $0,005114 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{месяц}$ ; рис. 3). Иначе говоря, модель № 5 в большей степени допускает уменьшение скорости регионального потепления, при сохранении общей тенденции.

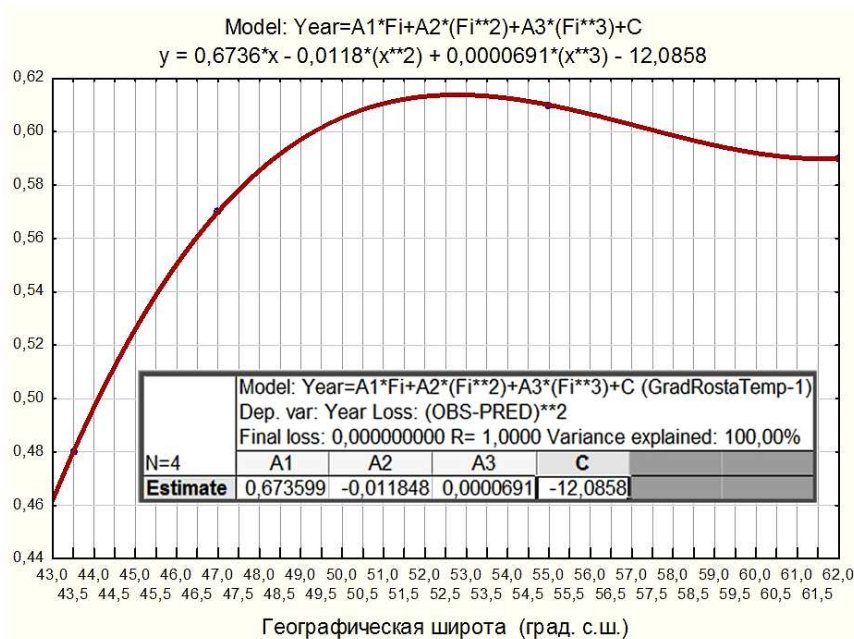


Рис. 3. Сплайн-интерполяция широтного распределения коэффициентов  $b$  ( $^\circ\text{C}/10$  лет) в пределах ЦФО, характеризующих среднемноголетнюю тенденцию изменения приземных температур в 2020 году [3-4]

Действительно, согласно исследованию Логана Бернера (*L. Berner*) и Скотта Гетца (*S. Goetz*) из Университета Северной Аризоны (США), выполненному на основе обработки спутниковых снимков *Landsat* с 1985 по 2019 годы, «один из крупнейших биомов в мире – бореальные леса – находится в процессе масштабного перехода»: вдоль южной границы лесов происходит гибель деревьев, а северная граница смещается в высокие широты. Изменения биома вызывает глобальное потепление, в том числе повышение температуры воздуха и уровня азота в почвах. Анализ показывает «замедление подобного сдвига, и эта тенденция сохранится и далее». Смещение биома будет иметь далеко идущие последствия, некоторые из которых могут ещё больше ускорить изменение климата... Последствия смещения коснутся и популяций диких животных» ([https:// eos.org/ articles/ satellites-reveal-slow-shift-of-the-entire-boreal-biome](https://eos.org/articles/satellites-reveal-slow-shift-of-the-entire-boreal-biome)).

Официальным источником надёжной информации о состоянии и тенденциях изменения климата являются ежегодные доклады об особенностях климата на территории Российской Федерации, формируемые НИУ Росгидромета [3-4]. Согласно докладам за 2020 и 2021 годы, в 2021 году скорость увеличения приземных температур – параметр *b* – уменьшилась, по сравнению с 2020 годом (таблица).

Величины параметра *b* линейного тренда увеличения среднегодовых температур воздуха (°C/10 лет / °C/месяц)

Интервал, годы	Россия	Европейская часть России	ЦФО
1976...2020	0,51 / 0,00425	0,55 / 0,00458	0,61 / 0,00508
1976...2021	0,49 / 0,00408	0,53 / 0,00442	0,59 / 0,00492

В сопоставлении со среднегодовыми данными табл. 1, можно сказать, что в 2020 году средняя величина скорости линейного тренда по моделям № 4 и № 5 составляла  $(0,003922 + 0,003749)/2 = 0,00384$  °C/месяц. Полученная по рядам *среднемесячных* температур оценка тренда меньше, в сравнении с таковой по России (0,00425 °C/месяц), на 9,65 %; в сравнении с величиной по ЕТР (0,0046 °C/месяц) – на 16,52 %; в сравнении с величиной по ЦФО (0,0051 °C/месяц) – на 24,71 %.

Динамику фактических и модельных значений температур в интервале аргументов  $d = 865...1248$  (с января 2019 года по декабрь 2050 года) отражает рис. 4.

Итак, согласно рис. 4, с ходом времени *величины коэффициентов линейных трендов b уменьшаются*, что не противоречит докладам [3-4]. Причём модель № 5, включающая логарифмический тренд, отражает чуть более заметное снижение скорости потепления, при сохранении общей направленности процесса. Возможно, логарифмический тренд служит «замещением» наиболее низкочастотной колебательной моды, которая проявляет себя в более продолжительных рядах приземных температур. Отличие полученных оценок параметра *b* от таковых, обсуждаемых Росгидрометом, мы связываем с обработкой среднемесячных данных.

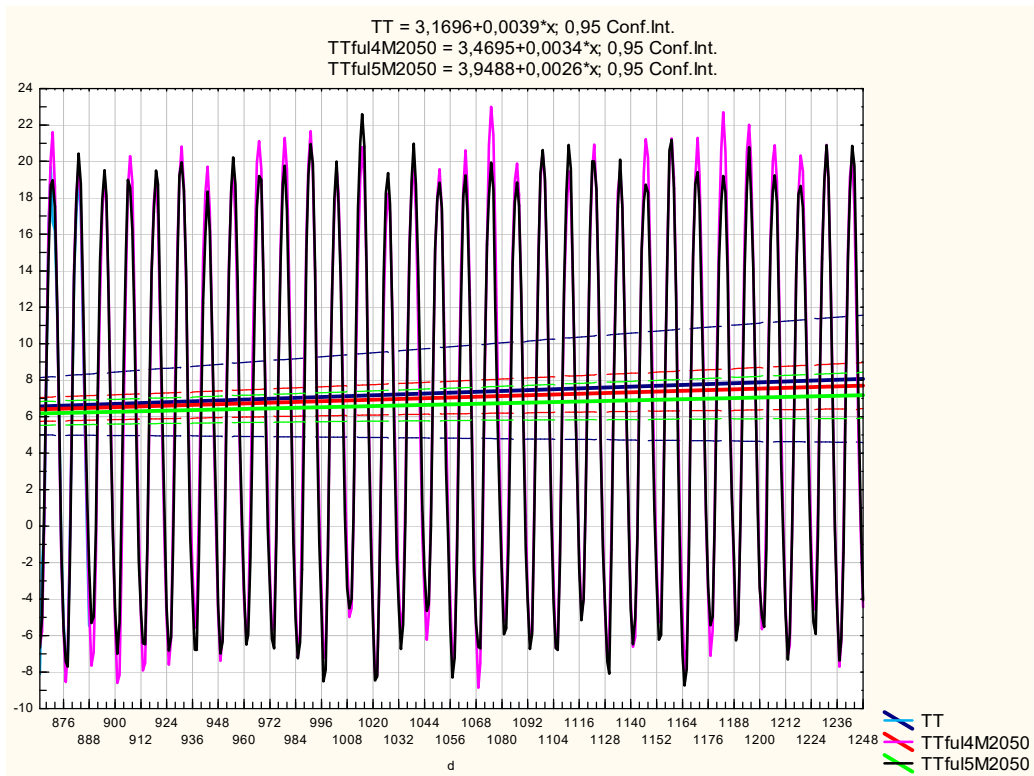
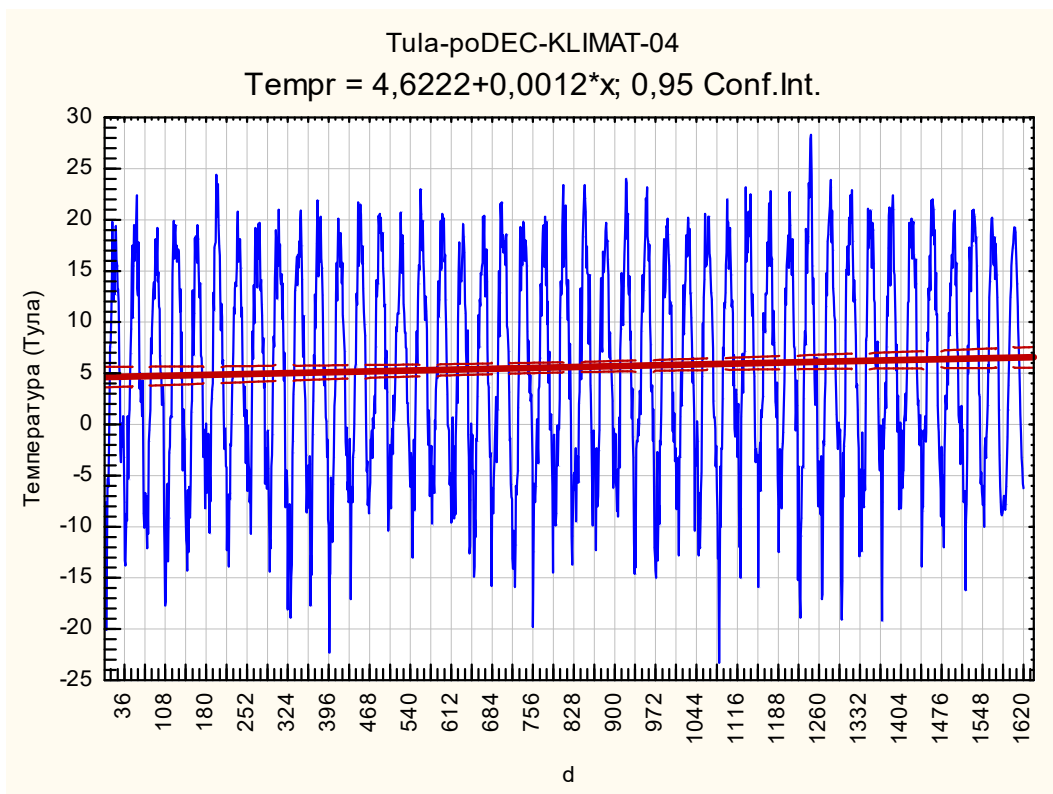


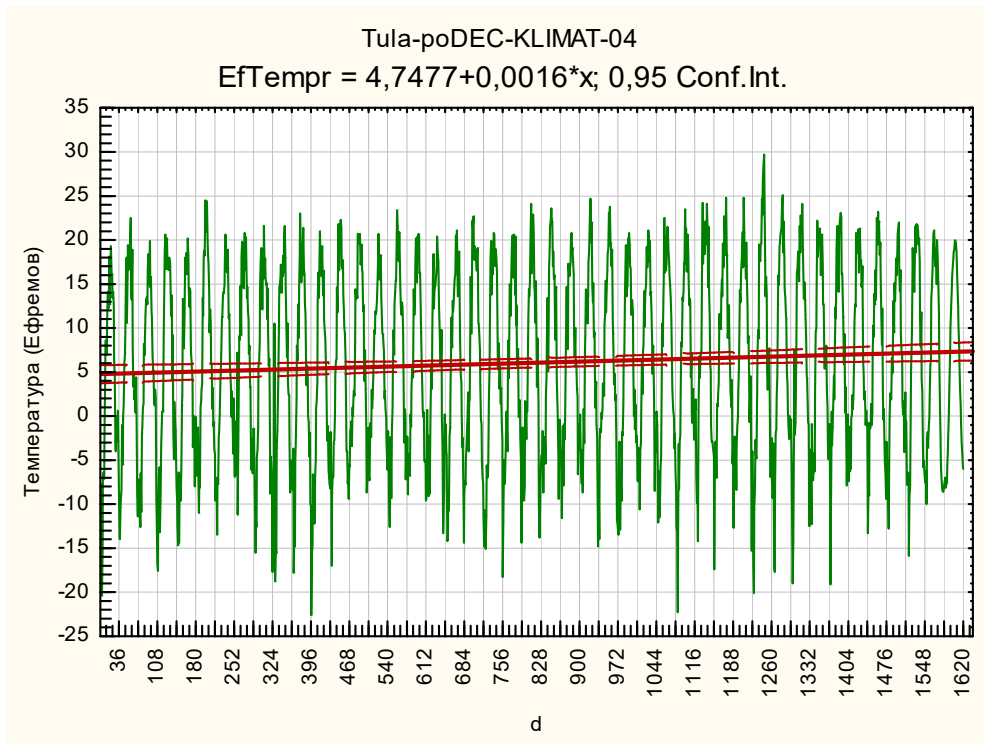
Рис. 4. Ход фактических и модельных значений температуры (по декабрь 2050 года) и параметры линейных трендов рядов

Параметры линейных трендов *подекадных рядов* температур воздуха в интервале  $d = 1...1620$  (с первой декады января 1976 года по третью декаду декабря 2020 года включительно) в Туле (*а*) и Ефремове (*б*) отражает рис. 5



***а***



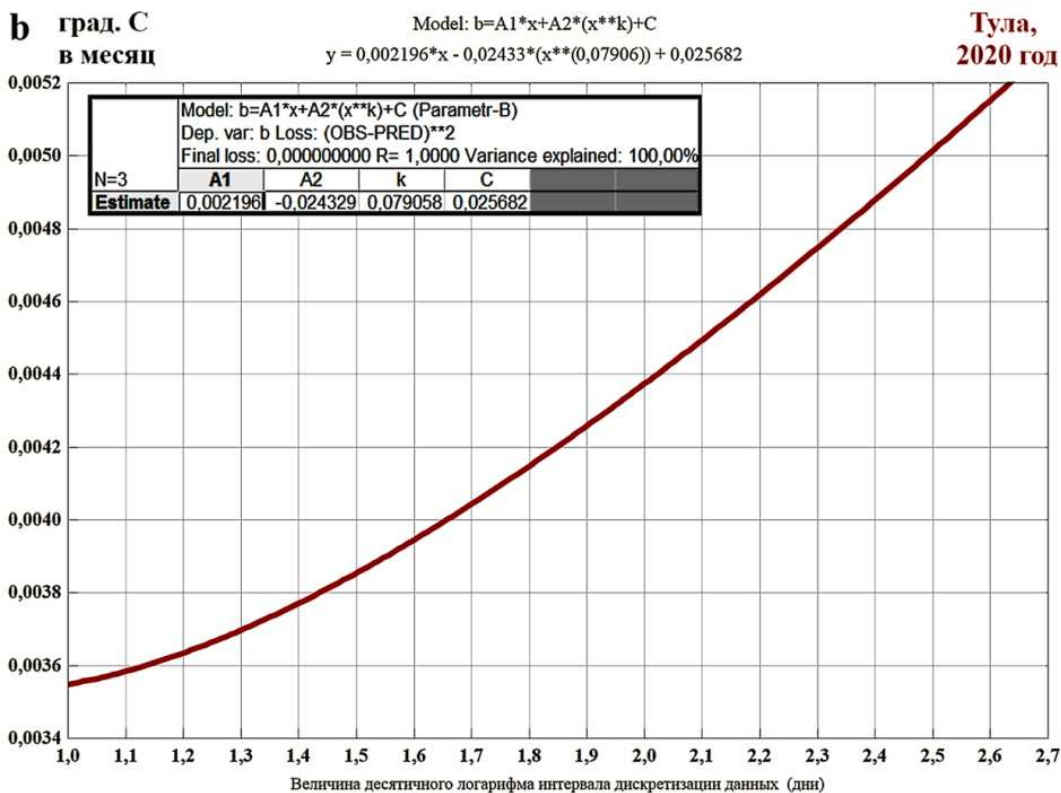


**б**

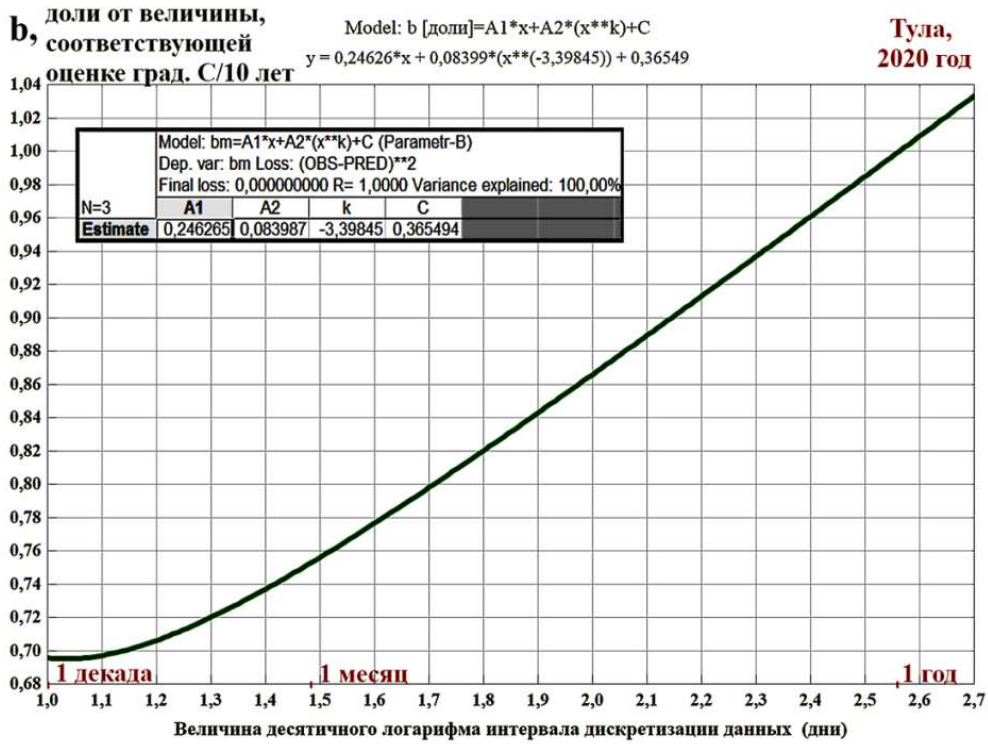
Рис. 5. Многолетний ход подекадных приземных температур воздуха в Туле (а) и Ефремове (б) и параметры линейных трендов

Отметим, что в 2020 году величина параметра  $b$  для температурного ряда Ефремова превышает таковую для ряда Тулы.

Следовательно, чем меньше величина дискретизации ряда, тем меньше значение параметра  $b$  для соответствующего тренда (рис. 6, а и б; Тула, 2020 год).



**а**



**б**

Рис. 6. Зависимость величины параметра линейных трендов  $b$  температур от десятичного логарифма продолжительности интервала дискретизации данных (дни): а – °С/месяц; б – доли от величины, соответствующей оценке Росгидромета в °С/10 лет

Таким образом, согласно рис. 6, результат оценивание характеристик природного процесса зависит от особенностей используемой методологии исследований, или, говоря шире, от специфики инструментов исследований. В данном случае, на значительном интервале аргументов, зависимость – квазилинейная.

Линейная регрессия фактических и модельных величин (модель № 5) температуры приземного воздуха в Туле приведена на рис. 7.

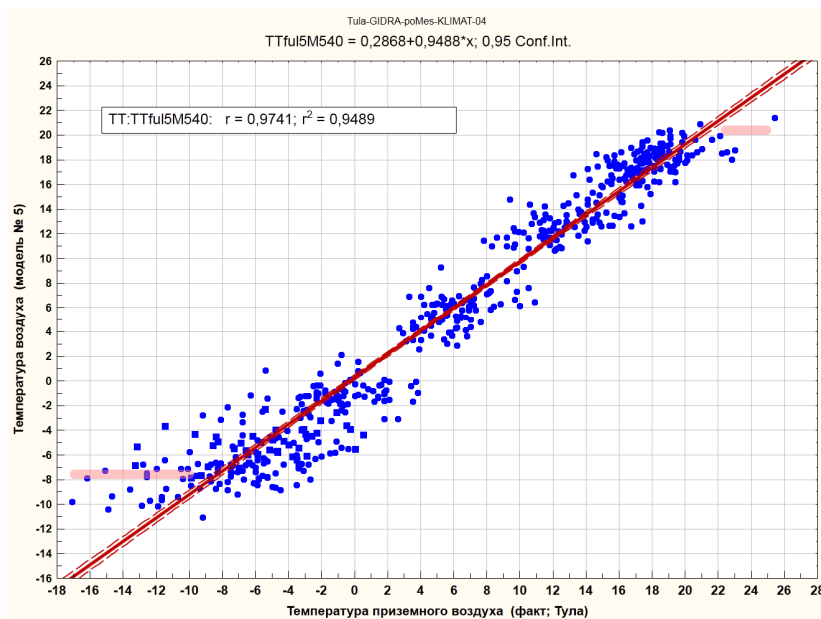


Рис. 7. Линейная регрессия фактических и модельных величин температуры воздуха в Туле в интервале аргументов  $d = 349 \dots 888$

Данная регрессия свидетельствует, что модель № 5 адекватно описала временную динамику температур воздуха во всём их диапазоне, за исключением экстремумов ряда – минимальных и максимальных величин (причём, минимальных – хуже, чем максимальных). Этот эффект часто заявляет о себе при использовании подобной методологии обработки данных.

Анализ матрицы взаимных линейных корреляций различных вариантов моделей динамики температур также позволяет сказать, что линейные модели № 4-5, сформированные по не сглаженному ряду-остатку, действительно обеспечивают наилучшее формальное описание многолетних вариаций температур. Кроме того, на интервале аргументов  $d = 349...888$  – по декабрь 2020 года – все модели обладают близкими значениями математического ожидания (*Mean*) и стандартного отклонения (*SD*) выборок. При увеличении прогнозного интервала величина *Mean* медленно возрастает (в силу наличия восходящего тренда), а дисперсия ряда практически не меняется. Этот результат мы истолковываем в пользу *устойчивости разработанных моделей* многолетней динамики приземных температур (рис. 8).

Подобный анализ выполнен и для температурного ряда города Ефремов.

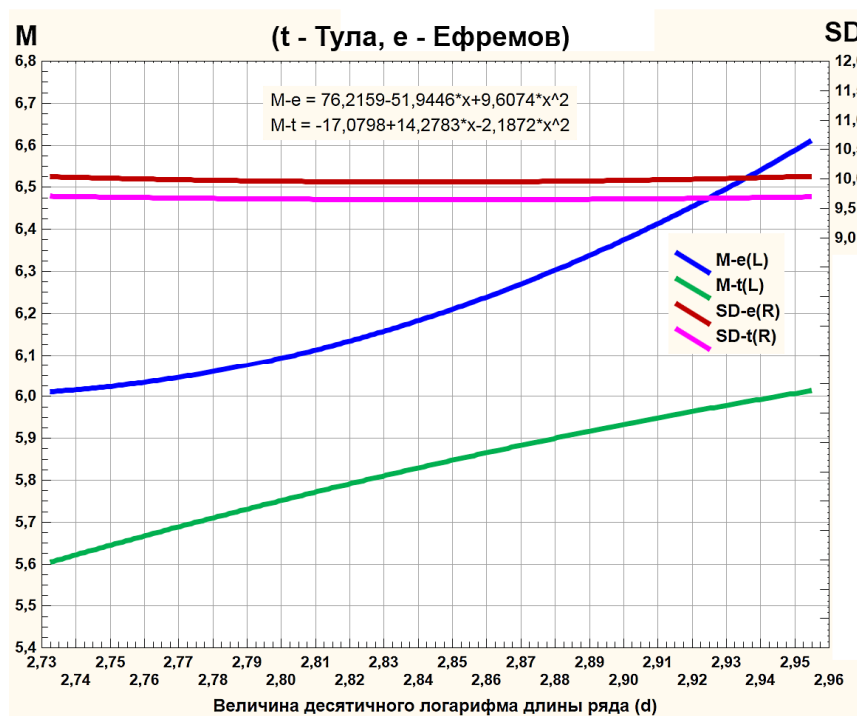


Рис. 8. Изменение некоторых статистик модельных выборок, приближающих временной ход приземных температур в Туле и Ефремове, в зависимости от их объёма

По информации центра «ФОБОС», которую распространили информационные агентства РФ, май 2022 года оказался самым холодным в Москве за XXI век: «Средняя температура воздуха по итогам месяца составила... +10,6°, что на 0,3° ниже, чем было у прежнего «лидера» – мая 2017 года» (<https://lenta.ru/news/2022/05/31/may/>).

На рис. 9 показана временная динамика нормализованных значений майских температур в Туле за 2000-2023 годы.

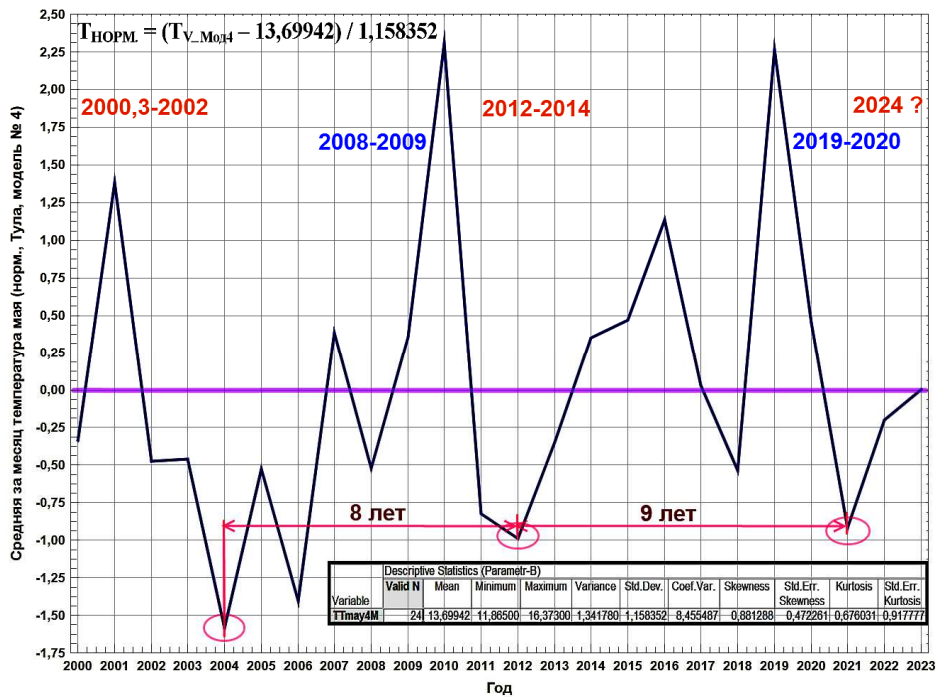


Рис. 9. Динамика нормализованных величин майских температур воздуха в Туле за 2000-2023 годы (модель № 4)

Согласно рис. 8, модель температурной динамики № 4 *отразила снижение* майских температур 2021-2022 годов ниже средней величины. Хотя, формально, величина температуры не оказалась минимальной за указанный интервал времени. Кроме того, локализация минимума пришлась на 2021 год, а не на 2022 год.

Фазы минимальных майских температур разделяют 8-9 лет. Эти фазы локализованы либо в интервале выраженного снижения солнечной активности в текущем её цикле (2004 год) либо в начала её выраженного роста (2021 год). Май 2012 года предшествовал первому пику бимодального максимума 24-го цикла активности. Возможно, температурные экстремумы лучше коррелируют с *градиентами* активности Солнца. В этом случае может быть истолкована их *формальная синхронизация* с финансово-экономической ситуацией в регионе: фазы максимальных температур пришлись на годы кризисов 2000-2002, 2009-2010, 2015-2016 и 2019-2020 годов; фазы температурных минимумов, в том числе минимум 2017-2018 годов, совпали с годами *относительной* социально-экономической стабилизации.

Причины наблюдаемой синхронизации временной динамики двух или более процессов могут быть различными:

- 1) случайное совпадение, в т.ч. ошибка расчёта;
- 2) нахождение этих процессов в отношениях причины и следствия;
- 3) координация временной динамики процессов третьей внешней силой.

Возможно, в нашем случае о себе заявляет именно третья причина.

Обсуждению подлежит и локализация последнего температурного минимума не в 2022 году, а в 2021 году. Во-первых, задачей исследования заявлено формирование и анализ многолетних трендов *региональных* климатических показателей, а не их краткосрочный прогноз. Правда, эти задачи могут решаться в рамках единой методологии, но алгоритмы её применения имеют отличия.

Во-вторых, согласно теореме В.А. Котельникова, достоверности локализации события на оси времени ограничена диапазоном  $\pm\Delta$ , где  $\Delta$  – интервал дискретизации исходных данных, который в нашем случае составляет  $\Delta = 1$  год [5].

На основании полученных закономерностей определён *общий алгоритм* обработки рядов климатических показателей Тульской области.

### Список литературы

1. Лапко А.В. *Климат и здоровье. Метеотропные реакции сердечнососудистой системы* / А.В. Лапко, Л.С. Поликарпов. – Новосибирск: ВО «Наука», 1994. – 104 с.
2. Районирование территории России по степени экстремальности природных условий для жизни // Известия РАН. Серия географическая. – 1992. – № 6.
3. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2020 год. – М., 2021. – 104 с.
4. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2021 год. – М., 2022. – 104 с.
5. 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.

## ВЫСОКИЕ И ЭКСТРЕМАЛЬНО ВЫСОКИЕ УРОВНИ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ РЕКИ ОХТА В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

Студент гр. ЭОЗ-М20-1-6 А.А. Ефремова,  
Научный руководитель Е.С. Урсова  
Российский государственный гидрометеорологический университет,  
г. Санкт-Петербург

*Аннотация.* В данной работе по исследованию покомпонентного состава поверхностных вод реки Охты рассмотрена пространственная и временная динамика загрязненности в летний период, в результате которой выделены периоды высокого и экстремально высокого загрязнения. В ходе исследования использован следующий перечень гидрохимических показателей: рН, общая жесткость, растворенный кислород, БПК<sub>5</sub>, общее железо, нефтепродукты, азот аммонийный, азот нитритов, азот нитратов, фосфаты.

### Введение

Водные объекты урбанизированных территорий чаще всего характеризуются повышенным уровнем загрязнения и неудовлетворительным качеством вод. Протекающая в Ленинградской области и г. Санкт-Петербург река Охта является одной из самых загрязненных малых рек данной территории. За последние десятилетия вследствие увеличения жилых районов и предприятий, относящихся к различным отраслям промышленности, воздействие на

существующий водоток продолжает возрастать. Поэтому сложившаяся напряженная экологическая обстановка стала причиной того, что р. Охта является объектом регулярных гидробиологических исследований.

### Результаты исследования

В работе использованы данные полевых мониторинговых исследований на реке Охта. Ежегодно осуществляется одна съемка на 13 станциях водотока в пределах Санкт-Петербурга (рис. 1). Данные исследования являются частью ежегодных работ, проводимых с 1997 г. на р. Охта, ее притоках кафедрой прикладной и системной экологии РГГМУ [2].



Рис. 1. Схема расположения станций гидробиологической съемки на реке Охта в пределах г. Санкт-Петербург

Согласно сведениям Северо-Западного УГМС поверхностные воды реки Охты по удельному комбинаторному индексу загрязненности воды (УКИЗВ) характеризовались как «4а-4б грязные» в период с 2005 по 2020 гг. [2]. Таким образом, на протяжении 15 лет качество поверхностных вод остается на одном уровне, положительной или отрицательной динамики не наблюдалось.

В результате покомпонентного анализа состояния поверхностных вод р. Охта преимущественно преобладала слабокислая-нейтральная среда. Общая жесткость реки Охта составляла меньше 3 мг-экв/л, что соответствует очень мягким и мягким водам и характерно для северо-запада России. Воды характеризуются малым количеством ионов кальция (11-40 мг/дм<sup>3</sup>) и магния (2-30 мг/дм<sup>3</sup>) в составе.

Результаты многолетнего исследования содержания растворенного кислорода на 13 пунктах наблюдения р. Охты в летний период представлены на рисунке 2. На значительном количестве станций концентрации были меньше значения ПДК (6 мг/дм<sup>3</sup>). На станции 13, которая располагается в начале городского участка реки после водосбора плотины Охтинского водохранилища, наблюдались наибольшие значения растворенного кислорода за весь период наблюдения. Так как воды водохранилища, согласно литературным источникам, характеризуются очень низким содержанием кислорода, то при прохождении плотины воды могут быть подвержены обогащению кислородом с помощью аэрации вод [3].

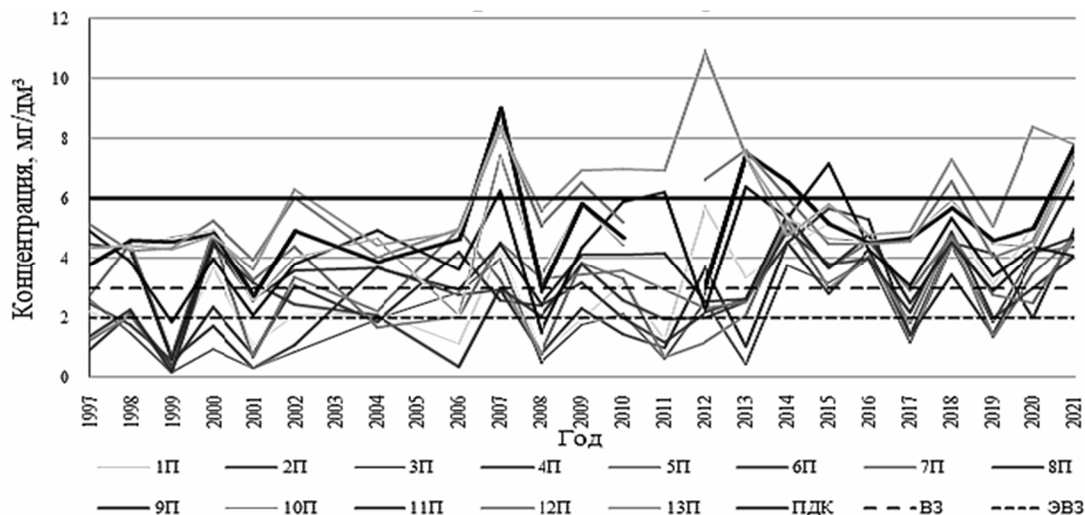


Рис. 2. Временная динамика содержания растворенного кислорода в поверхностном горизонте реки Охты

Из графика видно, что крайне низкое содержание растворенного кислорода наблюдалось в 1999 г., где на девяти станциях зафиксированы значения ниже границы экстремально высокого загрязнения. С 2014 г. прослеживается положительная динамика увеличения содержания растворенного кислорода в поверхностном слое водотока. Однако в 2017 и 2019 годах вновь зафиксированы случаи ЭВЗ. В 2020 г. зафиксированы случаи высокого загрязнения на 2 и 7 пунктах наблюдения. В 2021 г., не смотря на аномально жаркое лето, случаи ВЗ и ЭВЗ не наблюдались.

Полученные значения БПК<sub>5</sub> в значительной степени превышали ПДК на большинстве станций отбора проб. Данное явление может быть связано с высоким содержанием легкоокисляемых органических веществ в р. Охте [3]. Наименьшие значения БПК<sub>5</sub> наблюдались в 2002 году на всем протяжении участка реки, а также в 2020 году от 7 до 13 станции. Случаев ВЗ и ЭВЗ за весь период наблюдения не зафиксировано.

Концентрации общего железа в р. Охта многократно превышают ПДК на всем периоде наблюдения. Однако такая ситуация характерна для большинства водных объектов Карельского перешейка в связи с гидрогеохимическими особенностям данной территории [4]. С 2002 г. наблюдается тенденция к увеличению средних концентраций общего железа.

Концентрации азота нитритного превышали установленный норматив в большинстве случаев. Максимальные концентрации наблюдались в 2016 и 2021 гг. Наименее загрязненными являются станции 1 и 2, воды которых в приустьевой зоне разбавляются водами р. Невы. Остальной участок реки может быть подвержен сбросам сточных вод производственных предприятий.

За весь период исследования на всех станциях были выявлены превышения ПДК азота аммонийного, фенолов и нефтепродуктов. Превышений ПДК не выявлено по азоту нитратному, фосфатам, ионам кальция, магния и хлора на протяжении всего исследованного участка реки.

С помощью полученных среднемноголетних значений концентраций, целесообразно выделить наименее и наиболее загрязненные станции реки Охты в летний период. Таким образом, наиболее чистыми оказались станция 13,

находящаяся в начале городского участка реки после водосбора плотины Охтинского водохранилища, а также станция 1 у устья реки, где происходит разбавление водами р. Невы. Наиболее грязными являются станции 4-8, находящиеся в середине участка реки, от моста Энергетиков до Ириновского моста. Данный участок чаще всего подвержен точечным сбросам сточных вод.

В соответствии с методикой, разработанной Росгидрометом, были определены случаи ВЗ и ЭВЗ реки Охты по основным загрязняющим веществам. Результаты представлены в таблице.

Периоды высокого и экстремально высокого загрязнения р. Охта с 1997 по 2021 гг.

Показатель	ВЗ		ЭВЗ	
Растворенный кислород	2,7ПДК (1997)	2,9ПДК (2009)	6,6ПДК (1997)	12ПДК (2008)
	2,9ПДК (1998)	2,8ПДК (2010)	4,1ПДК (1998)	3,4ПДК (2009)
	2,6ПДК (2000)	2,0ПДК (2011)	30ПДК (1999)	4,2ПДК (2010)
	2,9ПДК (2001)	3,0ПДК (2012)	6,3ПДК (2000)	9,3ПДК (2011)
	2,9ПДК (2002)	2,9ПДК (2013)	19ПДК (2001)	13ПДК (2013)
	2,9ПДК (2004)	2,1ПДК (2015)	7,1ПДК (2002)	5,0ПДК (2017)
	2,8ПДК (2006)	2,7ПДК (2017)	3,5ПДК (2004)	4,3ПДК (2019)
	2,0ПДК (2007)	3,0ПДК (2019)	17ПДК (2006)	
	3,0ПДК (2008)	3,0ПДК (2020)	80ПДК (2010)	
	Железо	32ПДК (2007)	49ПДК (2019)	80ПДК (2010)
33ПДК (2009)		31ПДК (2021)		
40ПДК (2010)				
Нефтепродукты			98ПДК (2019)	189ПДК (2020)
Азот нитритный	3,0ПДК (2011)	4,9ПДК (2021)	5,6ПДК (2021)	
	4,3ПДК (2016)		82ПДК (1997)	97ПДК (2002)
Фенолы			105ПДК (1999)	
Марганец	48ПДК (2006)	39ПДК (2010)	99ПДК (2006)	100ПДК (2009)
	49ПДК (2008)	47ПДК (2017)	63ПДК (2008)	53ПДК (2017)
	38ПДК (2009)			
Медь	39ПДК (2008)	41ПДК (2018)	101ПДК (2006)	61ПДК (2012)
			90ПДК (2008)	

В результате наблюдения можно отметить, что за весь период, кроме 2014, 2016, 2018 и 2021 годов, были зафиксированы низкие и экстремально низкие значения содержания растворенного кислорода. Концентрации железа были выше установленных нормативов. Случаи ЭВЗ наблюдались в 2010 и 2019 годах, достигнув 80ПДК. Зафиксированы ЭВЗ по нефтепродуктам и фенолам, превышающие 100ПДК. Из исследуемых тяжелых металлов к высокому и экстремально высокому загрязнению относятся марганец и цинк.

### Заключение

В результате оценки загрязненности р. Охты по гидрохимическим показателям можно сделать вывод о том, что воды реки подвержены сильной антропогенной нагрузке, вследствие чего уровень загрязненности носит устойчивый характер. На протяжении 15 лет р. Охта характеризовалась как «грязная». В летний период отмечаются регулярные превышения ПДК по БПК<sub>5</sub>, общему железу, нефтепродуктам, азоту нитритному, азоту аммонийному и



фосфатам. Концентрации растворенного кислорода были меньше ПДК в большинстве случаев. Концентрации загрязняющих веществ возрастали вниз по течению р. Охты, за исключением устья реки. Ежегодно фиксируются случаи ВЗ и ЭВЗ по основным загрязняющим веществам.

### Список литературы

1. Алексеев Д.К. *Результаты исследований в области прикладной и системной экологии в РГГМУ* / Д.К. Алексеев, В.А. Шелутко, Н.В. Зуева, Е.В. Колесникова, Е.С. Урсова, Е.А. Примак // *Гидрометеорология и экология*. – СПб.: РГГМУ, 2020. – № 60. – С. 306-324.

2. Белякова А.М. *Оценка качества воды городской реки по гидрохимическим индексам (река Охта, Санкт-Петербург)* / А.М. Белякова, Н.В. Зуева // *Труды Карельского научного центра Российской академии наук*. – 2021. – № 9. – С. 72-84.

3. Фураева Д.И., Урсова Е.С. *Высокие и экстремально высокие уровни загрязненности реки Охта и её притоков в летний период. Северная Пальмира: сборник научных трудов IX Молодежной экологической конференции*. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН, 2018. – С. 121-125.

4. *Официальный сайт ФГБУ «Северо-Западное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»*. [Электронный источник] URL: <http://www.meteo.nw.ru/articles/index.php?id=552>

## ОСОБЕННОСТИ ВНУТРИГODOVOЙ ДИНАМИКИ СОДЕРЖАНИЯ БИОГЕНОВ В РЕКЕ ИЖОРА

Студентка группы ЭОЗ-М20-1-6 Т.С. Трофимова,  
Научный руководитель к.г.н. Е.С. Урсова  
Российский государственный гидрометеорологический университет,  
г. Санкт-Петербург

**Аннотация.** *Данная научная статья отражает проблему загрязнения реки Ижора биогенными элементами. Проведен анализ концентраций биогенных веществ, полученных в результате мониторинга в двух створах – в фоновом и контрольном створе до и после сброса очищенных сточных вод. Отображены ключевые моменты по результатам расчетов основных числовых характеристик, проанализирована внутригодовая динамика биогенных веществ, благодаря чему можно сделать вывод, насколько подвержена река влиянию антропогенного воздействия и как данный фактор отражается на естественном внутригодовом ходе химических элементов и прослеживаются ли определённые тенденции.*

### Введение

Проблема загрязненности реки Ижора носит достаточно актуальный характер на сегодняшний день. Река Ижора неоднократно появлялась в списке

загрязненных рек в ежегодном докладе «О качестве поверхностных вод Санкт-Петербурга» [1, 2]. Речные экосистемы являются неотъемлемой частью круговорота вещества в окружающей природной среде.[3] Попадание в нее загрязняющих элементов может иметь серьезный характер, требующий особого внимания. Особого внимания заслуживают малые и средние реки урбанизированных территорий, так как они наиболее уязвимы и чувствительны к высокой антропогенной нагрузке. [3, 4] Антропогенное загрязнение биогенными элементами может приводить к нарушению естественного внутригодового хода их концентраций тем самым приводя к необратимым изменениям во всей речной экосистеме [3].

### **Исходные данные**

Исходные данные представляют собой значения ХПК, БПК и концентрации  $O_2$ ,  $P(PO_4)$ ,  $N(NH_4)$  и  $Fe_{общ}$ . Исходные данные были получены в результате промышленного мониторинга до и после точки сброса сточных вод вблизи г. Колпино. Данные были получены за период с 2011 по 2016 гг.

### **Анализ результатов**

В результате анализа полученных исходных данных на первом этапе была произведена оценка основных числовых характеристик по имеющимся рядам концентраций фоновых и контрольных створов.

Анализируя полученные числовые характеристики, можно сказать, что по рядам значений общего железа и азота (в пересчете на аммоний) до и после сброса вод средние значения практически не отличаются. Различия средних значений у рядов концентраций ХПК и БПК варьируются от 2.1 мг/дм<sup>3</sup> до 2.2 мг/дм<sup>3</sup>. Для остальных – различия минимальны.

Значения среднеквадратического отклонения для рядов концентраций ХПК и общего железа до и после сброса очищенных сточных вод практически не отличаются и имеют значения меньше единицы. Для рядов концентраций БПК различие между значениями двух рядов достаточно высокое и больше единицы. Для рядов растворенного кислорода, фосфатов (в пересчете на фосфор) и азота (в пересчете на аммоний) различия небольшие.

Если рассматривать коэффициенты вариации, то наблюдается низкие значения у обоих рядов концентраций растворенного кислорода и ХПК – означает низкую вариативность значений. Для значений обоих рядов фосфатов (в пересчете на фосфор) и общего железа наблюдается достаточно высокая вариативность значений – значения коэффициента вариации больше единицы.

Что касается коэффициента асимметрии, то по всем рядам веществ, кроме рядов по растворенному кислороду, он положителен, то есть прослеживается положительная асимметрия. Наибольший коэффициент отмечен у рядов концентраций БПК. На основе этого следует, что высокая вариативность значений и существующая асимметрия по двум рядам концентраций рассматриваемых веществ до и после сброса очищенных сточных вод говорит о наличии сбросов загрязняющих элементов в речные воды.

В работе была проанализирована внутригодовая динамика рассматриваемых веществ и показателей. Интересно было оценить влияние

антропогенного фактора на естественный внутригодовой ход концентраций основных биогенных веществ.

Согласно проведенным исследованиям и полученным в результате него данным, можно проследить внутригодовую динамику. Для этого были построены и проанализированы графики внутригодового хода концентраций отдельно за каждый год. Основываясь на графиках и проанализировав их, можно сказать, что просматривается выраженная внутригодовая динамика только для растворенного кислорода в обоих исследуемых створах.

Для значений концентраций створов для ХПК в целом не прослеживается сезонная динамика, но в нижнем створе все значения в сентябре были практически в одном минимальном диапазоне от 20 до 34 мг/дм<sup>3</sup>. Самое высокое значение в фоновом створе было в мае 2016г., а в контрольном створе самое высокое так же в мае 2016г.

Для БПК также сезонная динамика не просматривается. В остальном в контрольном створе по большей части все значения находятся на одном уровне, следовательно, концентрации практически не меняются в течение всего рассматриваемого периода.

По концентрациям растворенного кислорода прослеживается сезонная динамика, которая показывает общую тенденцию к увеличению концентраций до и после выпуска очищенных сточных в более холодное время года. К тому же значения концентраций после сброса по общей совокупности снижены. Это говорит о том, что заметно загрязнение воды под влиянием сброса сточных вод. Минимальное значение после сброса – 4.82 мг/дм<sup>3</sup> в июле 2016г., до сброса – 5.66 мг/дм<sup>3</sup>.

По фосфатам (в пересчете на фосфор) – до и после сброса сезонная динамика не прослеживается. В особенности за 2015 и 2016гг. было особое влияние на речной сток, это заметно по резким скачкам на обоих графиках до и после.

Рассматривая азот (в пересчете на аммоний), так же можно отметить, что как и с предыдущим веществом заметно много резких скачков, прослеживаемых с 2014 по 2016гг. Соответственно, сезонную динамику так же нельзя проследить.

Что касается общего железа, то динамика не прослеживается. Но присутствует характерная черта для обоих случаев – до сброса за июнь все значения были в небольшом диапазоне от 0.12 до 0.9 мг/ дм<sup>3</sup>. Так же и после сброса – от 0.14 до 0.20 мг/дм<sup>3</sup>.

В результате проведенного исследования было выявлено, что значения концентраций исследуемых веществ имеют нестабильные тенденции по внутригодовой динамике. Оценка основных числовых характеристик рядов значений концентраций показала, что практически все ряды имеют высокую вариативность и ярко выраженную положительную асимметрию, что типично для гидрохимических рядов малых рек урбанизированных территорий [5, 6]. Невозможно проследить сезонную динамику у всех элементов, кроме растворенного кислорода (концентрации которого после сброса понизились). Это свидетельствует о том, что воды реки Ижора подвергаются интенсивному антропогенному воздействию, которое сказывается на природных сезонных процессах. Так как внутригодовая динамика отсутствует уже в фоновом створе,

можно сделать вывод, что воды реки были загрязнены еще до сброса в нее сточных вод на рассматриваемом участке реки. То есть до того, как воды оказались в непосредственной близости от места исследования, они уже были подвергнуты загрязняющему антропогенному воздействию со стороны расположенных в непосредственной близости реки населенных пунктов и предприятий.

### Список литературы

1. Экологический портал Санкт-Петербурга. Поверхностные воды [Электронный ресурс]. URL: <http://www.infoeco.ru/index.php?id=54> (Дата обращения: 05.05.2022).

2. Козлова А.В. Оценка качества вод реки Ижоры / А.В. Козлова, Н.В. Зуева, Е.С. Урусова // В сборнике: Четвертые Виноградовские чтения. Гидрология: от познания к мировоззрению. Сборник докладов международной научной конференции памяти выдающегося русского ученого Юрия Борисовича Виноградова. – Санкт-Петербургский государственный университет. Санкт-Петербург, 2020. – С. 895-899.

3. Зуева Н.В. Оценка экологического благополучия малых рек Ленинградской области / Н.В. Зуева, Е.А. Примак, Е.С. Урусова, Ю.А. Зуев, А.В. Бабин // В книге: Современные проблемы гидрометеорологии и устойчивого развития Российской Федерации. Сборник тезисов Всероссийской научно-практической конференции. – 2019. – С. 374-375.

4. Пилюгина А.А. Загрязненность реки Славянка биогенными веществами в районе города Пушкин / А.А. Пилюгина, Е.С. Урусова // В сборнике: Молодая наука - 2016. Материалы VII Открытой международной молодежной научно-практической конференции, посвященной 70-летию основания Краснодарского регионального отделения Русского географического общества и 20-летию основания Филиала РГГМУ в г. Туапсе. Под редакцией М.С. Аракелова, С.А. Мерзаканова. – 2017. – С. 106-108.

5. Урусова Е.С. Экстремальные уровни загрязненности малых рек урбанизированных территорий / Е.С. Урусова // В сборнике: Гидрометеорология и экология: достижения и перспективы развития /МГО 2020 имени Л.Н. Карлина. труды IV Всероссийской конференции. – Санкт-Петербург, 2020. – С. 363-366.

6. Урусова Е.С. Специальные вопросы обработки данных о качестве поверхностных вод / Е.С. Урусова, В.А. Шелутко // В книге: Современные проблемы гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды на пространстве СНГ. Сборник тезисов Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию Российского государственного гидрометеорологического университета. – 2020. – С. 554-555.

# ПОЛУЧЕНИЕ ФОРМОВАННЫХ БЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ ПЫЛИ АКТИВНОГО УГЛЯ АГ-3 И РАЗЛИЧНЫХ СМОЛ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ СВОЙСТВ

Студент гр. 280 Д.П. Гульчук,  
Старший преподаватель, к.т.н. В.Н. Соловей  
Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет),  
кафедра химии и технологии материалов и изделий сорбционной техники,  
г. Санкт-Петербург

*Аннотация.* В работе представлена технология изготовления формованных блочных изделий на основе пыли активного угля марки АГ-3 с использованием в качестве связующих материалов лесохимической (ЛХС) и каменноугольной (КУС) смол. Получены образцы с различным соотношением компонентов. Исследована пористая структура изготовленных композитов.

В настоящее время спрос на сорбенты, обладающие высокой селективностью и прочностью и проявляющие специфические свойства, достаточно высок, что определяется как требованиями промышленности, так и экологических областей индустрии [1]. Одним из актуальных вопросов является получение блочных высокопрочных микропористых композиционных материалов на основе активного угля (АУ) для различных целей [2], например, для адсорбционных систем аккумуляирования и хранения природного газа, для очистки жидких и газовых сред и т.д.

Выбор каменноугольной и лесохимической смол в качестве связующей матрицы для получения таких композиционных пористых углеродных материалов на основе АУ может быть обусловлен рядом причин: эти вещества генетически связаны с исходным сырьем, они являются отходами промышленности, а, значит, их экономически выгодно использовать. Эти вещества имеют высокие вяжущие свойства и могут успешно использоваться в качестве связующего.

В работе получены композиционные изделия в виде таблеток на базе наполнителя – пыли промышленного активного угля марки АГ-3, являющейся отходом производства, и матрицы – лесохимической и каменноугольной смол. Смолы ЛХС и КУС использовались в соотношениях 100:0; 50:50; 30:70; 0:100. Преобладающая фракция активированной мелочи угля АГ-3 составляла менее 0,5 мм. Смешение угольной пыли и связующего проводилось с предварительным консервированием пористой структуры угольной пыли турбинным маслом. Для получения образцов со связующими материалами было взято соотношение угольная пыль : консервант : связующее в количестве 1,4:1:1 по массе. Приготовленные пасты таблетировали в пресс-форме на гидравлическом прессе типа «П-10» при давлении 40 МПа. После этого образцы сушились при температуре 180 °С в течение 2 ч. Далее подсушенные таблетки подверглись процессу карбонизации в инертной среде азота при температуре 750 °С в течение 1 ч, затем парогазовой активации при температуре 850 °С в течение 1 ч.

Влияние ЛХС и КУС на пористую структуру блочного активного угля оценивали путем определения основных характеристик АУ – эффективного объема микропор и предельного объема сорбционного пространства. Результаты представлены в таблице.

Характеристики пористой структуры таблетированных образцов углей с ЛХС, КУС и их смесями

Образец	Эффективный объем микропор, $V_{\text{ми}}^{\text{эф}}$ , см <sup>3</sup> /г	Предельный объем сорбционного пространства, $W_s$ , см <sup>3</sup> /г
Исходный АГ-3	0,26	0,36
АГ-3 + ЛХС	0,25	0,45
АГ-3 + ЛХС+КУС (50:50)	0,20	0,18
АГ-3 + ЛХС+КУС (30:70)	0,18	0,36
АГ-3 + КУС	0,12	0,32

По полученным данным видно, что ЛХС в качестве связующего положительно влияет на пористую структуру у образцов угля, по сравнению с остальными образцами, при этом образцы отличаются очень низкой прочностью. Имеющаяся в составе образцов КУС приводит к снижению эффективного объема микропор, однако, она обеспечивает таблеткам высокую прочность, за счет высокого значения коксумости КУС, которое в 2 раза выше, чем у ЛХС.

Что касается образцов со смесью смол в качестве связующего, видно, что с увеличением концентрации КУС в смеси эффективный объем микропор образцов снижается, в то время как прочность таблеток возрастает. В случае преобладанием в смеси ЛХС наблюдается противоположная тенденция.

Таким образом, оптимальное сочетание свойств имеет таблетированный образец со смесью смол ЛХС и КУС в соотношении 30:70. Объем микропор в данном случае, по сравнению с исходным углем АГ-3 уменьшается на 28 %.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №21-79-30029).*

### Список литературы

1. Самонин В.В. Сорбирующие материалы, изделий, устройства и процессы управляемой адсорбции / В.В. Самонин, М.Л. Подвязников, В.Ю. Никонова [и др.]. – СПб.: Наука, 2009. – 271 с.
2. Гульчук Д.П. Получение формованных блочных изделий на основе пыли активного угля АГ-3 и полимерных связующих и исследование их свойств / Д.П. Гульчук, В.Н. Соловей // Материалы XXVIII всерос. науч.-практич. конференции «Современные проблемы экологии». – Тула: Инновационные технологии, 2022. – С. 56 – 57.

# ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИИ ЦЕОЛИТА МАРКИ NaX ДО И ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ РАСПЛАВОМ СОЛЕЙ ФТОРИДОВ

Студент гр. 280 Д.П. Гульчук  
Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет),  
кафедра химии и технологии материалов и изделий сорбционной техники,  
г. Санкт-Петербург

***Аннотация.** В работе представлены результаты исследования исходного и обработанного расплавом солей фторидов цеолита NaX по определению равновесной величины сорбции по парам воды и бензола, а также по определению сорбционной емкости цеолита по ионам кальция.*

Цеолиты получили довольно широкое применение в качестве адсорбентов, ионообменников, молекулярных сит. Несмотря на большое количество данных об исследованиях по сорбции цеолитом из различных сред, данные по сорбции из расплавов практически отсутствуют. Для этой цели необходимо предварительно исследовать изменение пористой структуры и сорбционных свойств цеолита после взаимодействия с расплавом. Необходимость в разработке и изучении модифицированных цеолитов имеет достаточно важное направление, так как улучшенные материалы могут повысить качество сырья и производительность оборудования.

В ходе работы подсушенный цеолит марки NaX обрабатывали расплавом эвтектической смеси LiF – NaF – KF (флиаком) при температуре 650 °С, время выдержки цеолита в расплаве 30 мин [1]. После обработки сорбент кипятили в дистиллированной воде для удаления излишков расплава, после чего подвергали сушке при температуре 650 °С в течение 1,5 ч.

Далее была определена равновесная величина сорбции по парам бензола для исходного и обработанного флиаком образцов. Полученные данные приведены в таблице.

Равновесная величина сорбции цеолитов по парам бензола до и после обработки расплавом флиака

Равновесная величина сорбции исходного цеолита по парам бензола, мг/г	Равновесная величина сорбции обработанного флиаком цеолита по парам бензола, мг/г
0,22	0,16

Проведено исследование равновесной величины сорбции цеолитов по парам воды до и после обработки расплавом солей фторидов щелочных металлов. Графическое представление результатов изображено на рисунке 1.

Исследования величин равновесной сорбции обработанного флиаком цеолита по парам бензола и парам воды показали ухудшение сорбционных свойств. Это вызвано разрушением части пористой структуры цеолита в процессе обработки и очистки от флиака.

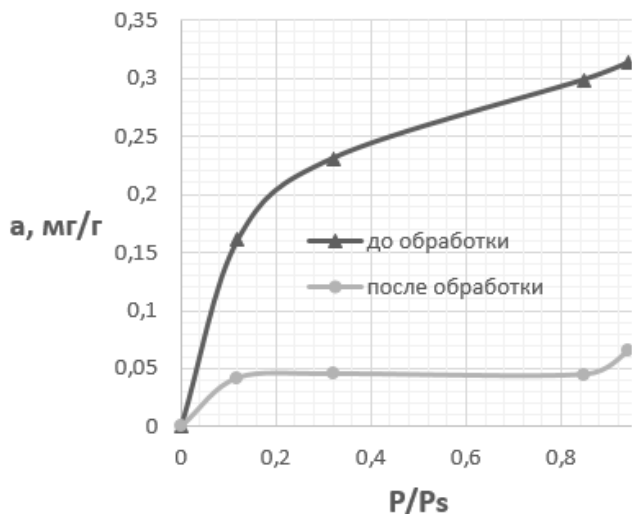


Рис. 1. Изотерма адсорбции цеолитов по парам воды до и после обработки расплавом флюинака

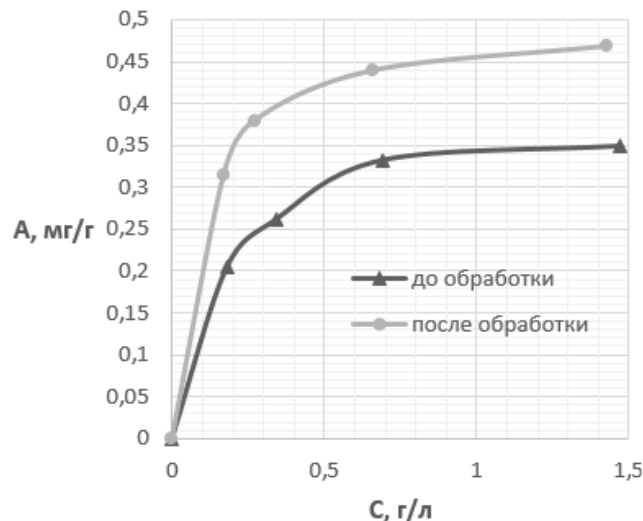


Рис. 2. Анализ сорбционной емкости цеолитов по ионам кальция до и после обработки расплавом флюинака

Также был проведен анализ сорбционной емкости цеолитов по ионам кальция. Графическое представление экспериментальных данных изображено на рисунке 2.

Анализируя полученные данные можно сделать вывод о том, что взаимодействие с расплавом флюинака повышает ионообменную емкость цеолита NaX по ионам кальция. Из-за ионных особенностей цеолитов произошел обмен катионов кальция на другие катионы щелочных металлов. Так же произошел разрыв химических связей в молекуле, благодаря которому увеличилась доступность цеолита для ионов металлов. По этим причинам сорбция у обработанного цеолита значительно увеличилась.

### Список литературы

1. Федоров Ю.С. Сорбция NDF3 и THF4 из расплава LIF-NAF-KF / Ю.С. Федоров, В.В. Самонин, А.С. Зотов // *Радиохимия*. – 2021. – Т. 63. – № 6. – С. 525-532.

## СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ В ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКЕ СУДОХОДСТВА НА ОСНОВЕ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ

Студент гр. 340611/01 В.И. Афанасьева,  
 Научный руководитель А.А. Маслова  
 Тульский государственный университет,  
 г. Тула

*Аннотация.* В статье приводится метод инвентаризации как один из подходов к снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в транспортной логистике морских и речных судов. При разработке методов



*снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в транспортной логистике морских и речных судов учитываются границы, которые могут быть источником значительных различий в контроле за углеродным следом. Особое внимание при этом должно быть уделено желаемой точности, запланированной цели инвентаризации и требуемому сроку или ограничениям. Все эти факторы будут способствовать принятию решений, связанных с процессом инвентаризации выбросов.*

При разработке методов снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в транспортной логистике морских и речных судов учитываются границы, которые могут быть источником значительных различий в контроле за углеродным следом. Географические границы для каждого порта различны из-за географического положения порта, инициаторов контроля углеродного следа, и доменов для категорий источников, включенных в перечень. Следующие примеры показывают, как различные порты определяют их границы:

- Управление порта Нью-Йорка и Нью-Джерси (PANYNJ) установило свой географический домен так, чтобы включить в него все суда, которые требуют от портовых властей морские терминалы в пределах трехмильной демаркационной линии у восточного побережья Соединенных Штатов.

- Реестр выбросов в воздух заливов Пьюджет-Саунд включает в себя 12 округов, которые составляют воздушный бассейн Пьюджет-Саунд, включает в себя 6 основных портов и большое количество небольших портов и многочисленные независимые нефтяные терминалы. Согласно реестра домен заканчивается на канадской границе и на морском буе у входа в пролив Хуан-де-Фука.

- Порты Лос-Анджелеса и Лонг-Бич включили в свои реестры надводные границы Южного побережья воздушного бассейна, которые простираются более чем на 130 морских миль в море и ограничены границами бассейна на севере и юге.

- Власти порта Хьюстона внесли в свой реестр более 45 морских миль каналов к морскому бую, ограждающему вход в гавань [1].

Поскольку существует широкий диапазон возможных доменов (областей) для трех областей источников излучения, необходимо оценить эти домены перед сравнением инструментария и реестров. Географические граничные различия по категориям источников также должны быть отмечены до начала сравнения углеродных следов. Кроме того, другие загрязнители воздуха, такие как оксиды азота (NO<sub>x</sub>), оксиды серы (SO<sub>x</sub>) и дизельные твердые частицы (ДТЧ) могут все иметь разные географические границы - и снова очерчивание домена зависит от предполагаемого использования инвентаря.

Кроме того, границы для отчетности по выбросам для источников могут меняться в зависимости от того, находятся ли источники под контролем владельца земли, сдающего землю в аренду, или же портового оператора. Например, выбросы от грузовых автомобилей под оперативным управлением порта будут включать в себя всю их деятельность, в то же время грузовики, находящиеся под контролем под контролем арендатора, который арендует землю у арендодателя,

могут быть отслежены (применительно выбросов) только до границы порта или первой точки выгрузки / загрузки.

### **Инвентарный период и базовый год**

Логический «следующий шаг» после разработки инвентаризации по контролю углеродного следа (за выбросами парниковых газов), является принятие мер, чтобы уменьшить размер углеродного следа. Зная это наперед, это может повлиять на выбор «базового года», по сравнению с которым можно будет проводить измерения степень снижения выбросов. Контрольным годом может быть любое время в прошлом, от самого последнего завершенного календарного года и до любого времени в прошлом. Некоторые протоколы отчетности указывают базовый год в качестве цели для будущих сокращений выбросов (например, для снижения выбросов до уровня, полученного в течение определенного года в прошлом, например, в течение 1990). Выбросы в выбранном году должны быть известны, чтобы знать целевой уровень выбросов, от которого и будем отталкиваться в последствии.

Если прошлые сокращения выбросов могут быть задокументированы, то это может быть полезно выбрать базовый год, который был до того, как эти сокращения выбросов имели место, - это позволит более ясно отследить прогресс уменьшения выбросов. Более близкий по временной шкале базовый год, однако, как правило, легче документировать, так как записи более легкодоступны [2].

Период времени (например, год), который охватывает инвентарь, может быть значительны источником различий между инвентарями, поскольку ежегодные изменения в выбросах и деятельности значительно затрудняют прямое сравнение. Объемы грузов изменяются, судна и оборудование флотов обновляются, новые стратегии управления могут быть реализована, и все из перечисленного воздействует на инвентарь по-разному. По этим причинам каждый следует отмечать уровень выбросов до проведения сравнений.

### **Сравнение углеродных следов (выбросов)**

Многочисленные решения и предположения должны быть сделаны при разработке инвентаризации углеродного следа (выбросов парниковых газов). Одной из первых реакций на опубликованную инвентаризацию, является ее сравнение с недавно изданными аналогичными инвентаризациями для других портов, для того, чтобы оценить, как ваш порт работает в сравнении с другими. Тем не менее, из-за многих переменных, участвующих в процессе, простое сравнение по типу «яблоко-к-яблоку» обычно не может быть сделано без изменения одного или обоих инвентарных реестров, которые участвуют в сравнении, чтобы привести их к «общему знаменателю» (то есть, данные инвентаризации должны быть нормализованы для учета размера порта, уровня пропускной способности, и т.д.). В качестве простого примера, чтобы сравнить порт с пропускной способностью по контейнерам в 2,5 млн. двадцатифутовых эквивалентных единиц (ДФЭ) в год и ежегодным выбросом парниковых газов в 80000 тонн с большим портом, имеющим пропускную способность по контейнерам в 5 млн. ДФЭ в год и годовые выбросы парниковых газов в 150000 тонн, необходимо нормализовать выбросы в тоннах на миллион ДФЭ.

Меньший порт имеет следующую «эффективность» выбросов:

80000 тонн / 2,5 млн. ДФЭ = 32000 тонн / млн. ДФЭ

Расчет «эффективности» большего порта показывает:

150000 тонн / 5 млн. ДФЭ = 30000 тонн / млн. ДФЭ

Большой порт выбрасывает в атмосферу больше парниковых газов в целом, но при их нормализации с точки зрения выбросов в расчете на единицу объема грузов, большой порт показывает большую эффективность по выбросам парниковых газов.

Несколько ключевых элементов должны быть приняты во внимание перед сравнением выбросов углекислого газа между двумя портами или между несколькими портами соответствующим образом. Эти элементы включают в себя:

- > Географические границы;
- > Дата (период времени) инвентаризации (оценки);
- > Применяемые методы / подходы;
- > Уровень точности данных и качество использованных данных;
- > Тип порта (Арендодатель в сравнении с Оператором)
- > Категории источников, включенные в Областях 1, 2, и 3;
- > Единицы измерения.

### **Основы инвентаризации выбросов парниковых газов**

Три элемента данных имеют решающее значение для разработки инвентаризации углеродного следа или инвентаризации выбросов других загрязняющих веществ (например, NO<sub>3</sub>, SO<sub>3</sub>, РМи т.д.). Этими элементами являются:

Исходные данные – этот элемент подробно описывает характеристики источников выбросов, которые включают в себя размер или рейтинг двигателя или энергоустановки (обычно выражается в киловаттах (кВт) или мегаваттах (МВт), тип потребляемого топлива, информация о технологиях двигателя (2-тактный, 4-тактный, оснащенный турбо-наддувом и т.д.), возраст двигателя, производителя, модель и т.д.

Данные о деятельности – этот элемент подробно описывает, как источник работает в течение какого-то периода времени и как изменяется мощность двигателя и / или расход топлива в зависимости от режима работы, расстояния, преодоленного на скорости, уровни производства электроэнергии и т.д.

Данные испытаний на выбросы или Фактор выбросов – этот элемент предоставляет средства для преобразования оценок выработки энергии или расхода топлива в уровни выбросов загрязняющих веществ, которые должны быть смоделированы.

При рассмотрении инвентаризации углеродного следа наличие этих трех элементов данных влияет на выбор подхода, который необходимо принять при проведении инвентаризации. Особое внимание должно быть уделено желаемой точности, запланированной цели инвентаризации и требуемому сроку или ограничениям. Все эти факторы будут способствовать принятию решений, связанных с процессом инвентаризации выбросов [3].

## Список литературы

1. Бюллетень статистики транспорта: Статистика грузовых перевозок 2005, DfTSB(06), 27 июня 2006 г.
2. Измерение углеродного следа для портов. Руководящий документ. Июнь 2010 года. Carbon Footprint Working Group World Ports Climate Initiative Port of Los Angeles/ Lead Port
3. Использование топлива – дайджест британской энергетической статистики, Департамент энергетики и климата. 2008.

## ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ ИНВЕНТАРИЗАЦИЙ ВЫБРОСОВ ГРУЗОВОГО ТРАНСПОРТА МОРСКИХ И РЕЧНЫХ ПОРТОВ

Студент гр. 340611/01 В.И. Афанасьева,  
Научный руководитель А.А. Маслова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье рассматриваются подходы к разработке инвентаризаций выбросов грузового транспорта морских и речных портов: подход, основанный на оценке активности / деятельности, суррогатный подход и гибридный подход. Приводятся исходные данные для расчета, формулы, особенности расчета.

Грузовое оборудование включает краны, погрузчики контейнеров, вилочные погрузчики и портовые тракторы. Другие типы оборудования, обычно включаемые в оборудование для погрузочно-разгрузочных работ в инвентаризацию выбросов, хотя и не используются непосредственно для перемещения грузов, включают подметальные машины, экскаваторы- погрузчики и другое оборудование, связанное с строительством, которое может использоваться на терминалах порта. Обсуждение проблемы связано с тремя основными подходами к разработке инвентаризаций выбросов: основанные на активности / действии, суррогатные и гибридные [1].

Для ежегодной инвентаризации, основанной на активности, следующий список – это пример данных, которые могут быть собраны для каждой единицы грузового оборудования, которое сжигает топливо в процессе работе.

Исходные данные:

- > Внутренний идентификационный номер оборудования / наименование;
- > Тип оборудования;
- > Модельный год;
- > Производитель оборудования и двигателей;
- > Обозначение модели;
- > Тип топлива;
- > Номинальная мощность (например, кВт или лошадиных сил);

> Устройства или методы контроля выбросов (отличные от стандартных для модели и года).

Данные о деятельности:

- > Годовые часы работы;
- > Расход топлива (в год или час);
- > Средний коэффициент загрузки при работе.

Данные по выбросам:

> Коэффициенты выбросов, соответствующие типу двигателей в инвентаризации кг загрязняющих веществ / кВт-ч или кг загрязняющего вещества / литр или кг топлива (или загрязняющих веществ фунт / галлон топлива)

> Контрольные факторы (процентное снижение, предлагаемое идентифицированными устройствами или методами контроля выбросов)

Для электрооборудования исходные данные будут в основном включать кВт-ч перезарядки, если они имеются. Если записи по перезарядке недоступны, то выбросы от перезарядки, возможно, необходимо будет включить в общее электрическое потребление здания или объекта. Коэффициенты выбросов должны отражать выбросы электростанций, предпочтительно конкретизированных для сочетания технологий производства электроэнергии, используемых для обеспечения электроснабжения региона, который будет инвентаризоваться. Для других типов электроприводных погрузочно-разгрузочных устройств, таких как электрические причальные краны, потребляемая мощность в МВт-ч может быть оценена по счетам коммунальных услуг или счетчикам.

Не все исходные данные, перечисленные выше, непосредственно необходимы для оценки выбросов. Такие элементы, как внутренний идентификационный номер, изготовитель и обозначения моделей, могут использоваться при последующем планировании, если изменения в применяемом оборудовании рассматриваются как средство сокращения выбросов.

В зависимости от собранной информации, выбросы могут быть оценены с использованием показателей потребленного топлива или энергии. Если используется топливо, то уравнение (с использованием метрических единиц) будет следующее:

$$G' = R_T * K_B,$$

где  $G'$  – выбросы, кг загрязняющих веществ / год);  $R_T$  – расход топлива, литров топлива / год;  $K_B$  – коэффициент выбросов, кг загрязняющего вещества /литр топлива.

Этот расчет может быть выполнен для каждого оборудования или для парка оборудования в целом. Оценка для каждой единицы оборудования предпочтительнее, поскольку этот метод помогает указать потенциальные цели для усилий по сокращению выбросов.

В качестве примера, основанного на приведенном выше топливном уравнении, используем следующие данные:

> Расход топлива: 10 000 литров в год (получен от владельца или оператора оборудования, от записей по заправке топливом или оценки);

> Коэффициент выбросов: 2,75 кг CO<sub>2</sub> / литр (из значения протокола ППП 74,01 кг CO<sub>2</sub> / гигаджоуль (ГДж), с более низким значением нагрева 0,0371 ГДж / литр: 74,01 кг / ГДж 0.0371 ГДж / литр = 2,75 кг CO<sub>2</sub>Е/ литр).

Расчет будет следующим:

10 000 литров в год x 2,75 кг CO<sub>2</sub> / литр = 27 500 кг CO<sub>2</sub> / год или 27,5 тонн CO<sub>2</sub>Е/ год

Расчет на основе энергии будет использовать следующее уравнение:

$$G' = N * K_n * t * K_v,$$

где  $G'$  – выбросы, кг загрязняющих веществ / год;  $N$  – номинальная мощность, кВт;  $K_n$  – коэффициент нагрузки;  $t$  – время работы, час/год;  $K_v$  – коэффициент выбросов, кг загрязняющего вещества /литр топлива.

Для расчетов на основе топлива и энергии, важно отдельно рассчитать выбросы от оборудования с использованием разных видов топлива, поскольку коэффициенты выбросов различны для каждого топлива. Кроме того, топливо, классифицированное как биотопливо (например, биодизель и этанол), должно рассчитываться отдельно, даже если биотопливо является компонентом топливной смеси (такой как смесь В20 из биодизеля и дизельного топлива) [14].

Примером суррогатного подхода было бы использование данных по выбросам для погрузочных устройств из другого порта, предпочтительно аналогичных по типу и конфигурации грузов. Чтобы использовать эту информацию, необходимо будет узнать пропускную способность другого порта и / или количество единиц погрузочно-разгрузочного оборудования. В любом случае процедура должна заключаться в разработке «коэффициента выбросов» по массе загрязняющего вещества на единицу пропускной способности или на единицу оборудования:

$$G'_{сп} = G_{сп}/P$$

или

$$G''_{сп} = G_{сп}/P_{гсп},$$

где  $G'_{сп}$  – выбросы суррогатного порта, т/ДФЭ;  $G_{сп}$  – выбросы суррогатного порта, т/год;  $P$  – пропускная способность суррогатного порта, ДФЭ/год;  $G''_{сп}$  – выбросы суррогатного порта, т/год/ед.;  $P_{гсп}$  – парк грузового оборудования суррогатного порта, ед.

Разделение выбросов и количества единиц по типу оборудования повысило бы ценность использования количества единиц оборудования, если бы этот уровень детализации был доступен.

Коэффициент суррогатной эмиссии, основанный на пропускной способности или количестве единиц, будет умножен на пропускную способность целевого порта в ДФЭ или на количество единиц оборудования, если это необходимо, для оценки годовых выбросов целевого порта:

$$G = G_{сп}/P$$

или

$$G = G''_{\text{сп}} * k,$$

где  $G$  – выбросы, т/год;  $k$  – количество единиц.

Чем больше сходства между суррогатным портом и целевым портом, тем лучше будут результаты оценки выбросов. Такие характеристики, как пропускная способность, типы грузов, занимаемая площадь на суше и методы работы, оказывают значительное влияние на профиль выбросов портов и будут влиять на валидность сопоставления портов [2].

Гибридный подход может использоваться, если для определенного типа оборудования, такого, например, как портовые тракторы, имеется определенная информация, но такая же информация не имеется для других типов оборудования. В этом случае выбросы могут быть оценены для портовых тракторов напрямую, тогда как суррогаты будут разработаны для всего оставшегося оборудования. Разумеется, для этого потребуются данные выбросов оборудования суррогатного порта, кроме портовых тракторов.

#### Список литературы

1. *Greenhouse Gas Protocol – Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard, 2011.*

2. *IPCC. 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.*

### ВОЗДЕЙСТВИЕ КОРПУСО-СБОРОЧНОГО ЦЕХА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Студент гр. 320681 И.С. Бакулин,  
Научный руководитель Л.В. Котлеревская  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Загрязнение атмосферы твердыми и газообразными веществами в настоящее время актуально. Расположенное в центре города промышленное предприятие оказывает непосредственное влияние на атмосферный воздух. Предлагается изобретение «Скруббер с подвижной шаровой насадкой конической формы» содержащий опорные решетки для ограничения подвижности шаров, слой шаров, размещенный в конусной части корпуса, форсунку над слоем шаров – в корпусе, емкость для приема воды - под корпусом, брызгоулавливатель, входной патрубок – для ввода запыленного газа, вывод для шлама – в нижней части корпуса.

Воздействие корпусо-сборочного цеха на окружающую среду имеет три направления:

- выбросы вредных веществ в атмосферный воздух вытяжной вентиляцией;
- образование сточных вод, содержащих токсичные компоненты;
- образование твердых токсичных отходов.

Выбросы из корпусо-сборочного цеха загрязнены парами диоксида железа, марганец и его соединения, натрия карбонат, никель оксид, хром, азот оксид, аммиак, углерод, бензол, этанол [1].

По проведенному анализу расчетов рассеивания загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы видно, что максимальные приземные концентрации загрязняющих веществ превысили максимально разовые предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ.

Следует усовершенствовать устройства отчистки газообразных выбросов, установив «Скруббер с движущейся насадкой»

Предлагается устройство – газопромыватель насадочный, содержащий корпус, в котором установлена шаровая насадка, шары в которой ограничены в перемещении опорными решетками, оросительное устройство размещено над шаровой насадкой, брызгоулавливатель, расположенный над оросительным устройством под вентиляционной системой для вывода очищенного газа в атмосферу, входной патрубков для подачи запыленного газа в корпус и выходной патрубков для вывода шлама – в нижней части переменного сечения корпуса [2].

Отличительные признаки функционируют следующим образом.

- Признак «подающий воздуховод выполнен с зауженным входом и введен непосредственно в контактную емкость вертикально» обеспечивает концентрацию ввода пыле-газовоздушной смеси под напором в контактную емкость и возможность минимизировать прохождение смеси по зазору между потолком и уровнем жидкости в контактной емкости. Тем самым, интенсифицируется процесс очистки уже на первом этапе очистки, так как жидкость в контактной емкости может, в зависимости от состава, перехватывать не только гидрофильные, но и гидрофобные частицы пыли или газа;

- признак «оросительная камера выполнена одна, трехуровневая», обеспечивает упрощение конструкции, с возможностью усиления эффекта очистки воздуха до 99,99-100 % любых загрязнений, с возможностью достижения универсальности при очистке воздуха от любых вредных выбросов в нем, или эффекта 99,99-100 % улавливания выбросов при их использовании в дальнейшем – при обработке ценных, дорогостоящих материалов;

- признак «над контактной емкостью размещен первый – нижний уровень оросительной камеры, в котором размещены форсунки, установленные по центру на коллекторе в вертикальной плоскости относительно друг друга и отражатели ударов распыляемой жидкости из этих форсунок», обеспечивает первый перехват загрязнений воздуха, которые прошли по зазору в контактной емкости и их сброс в контактную емкость и вторичный перехват загрязнений, сброшенных из второго - среднего и третьего – верхнего уровней оросительной камеры, что позволяет достичь максимального эффекта очистки любых размеров и типов загрязнений;

- признак «над нижним размещен средний уровень оросительной камеры, в котором размещены опорная и ограничительная решетки, а между ними - плотно уложены шарообразные элементы, выполненные из набора, параллельно



закрепленных на перемычке, пластин зигзагообразной формы с зазором между ними» обеспечивает усиление эффекта перехвата загрязнений из воздуха за счет получения многогранной поверхности шарообразных элементов, увеличения контактов во времени и в зазорах между зигзагообразной формы пластинами, образующими лабиринт, с противотоком жидкости из форсунок над ограничительной решеткой;

- признак «при этом, шарообразные элементы выполнены из ударопрочного, антифрикционного материала, а над ограничительной решеткой размещены форсунки горизонтальной плоскости на расстоянии друг от друга на том же коллекторе, что и форсунки первого-нижнего уровня в оросительной камере» обеспечивает полноценный охват всего объема шаровой насадки жидкостью, подаваемую под напором в многопластинчатый лабиринт повышенной работоспособности шарообразных элементов и усиленную активность перехвата загрязнений из воздуха любого размера, состава и концентрации, так как обеспечено плотное взаимодействие без задержек, скольжение (как по маслу) в зазорах жидкости и загрязнений вниз в первый-нижний уровень оросительной камеры, а далее в контактную емкость;

- признак «над вторым – средним уровнем размещен третий – верхний уровень оросительной камеры, в котором размещены брызгоулавливатель – сепаратор и отводной вентиляционный канал», обеспечивает окончательное освобождение воздуха от избытка жидкости – по максимуму, задерживая ту часть загрязнений, которая, маловероятно, но оказалась с жидкостью над форсунками среднего уровня оросительной камеры. За счет конденсации на сепараторе и укрупнения капель жидкости, не допускается их выход в вентиляционный канал и, соответственно, в атмосферу или в помещение, которое обрабатывается устройством;

- признак «на корпусе в средней части оросительной камеры выполнена откидная створка», обеспечивает возможность контроля за состоянием шарообразной насадки в целом, за состоянием внутреннего объема шарообразных элементов и их работоспособностью. Обеспечивает возможность их быстрой замены [3-5].

### Список литературы

1. ГН 2.2.5.3532-18 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны».
2. Родионов А.И. др. Технологические процессы экологической безопасности. Из-во Калуга, Н. Бочкарева, г., с. 42-44
3. ГОСТ Р ИСО 9002 Системы качества. Модель обеспечения качества при производстве, монтаже и обслуживании.
4. Патент RU 2 739 406 C1, МПК B01D 47/06 (2006.01) Опубликовано: 23.12.2020
5. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

## ОЦЕНКА И ПРОГНОЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИМИ ПРОИЗВОДСТВАМИ

Студент гр. 340601/02 Ю.В. Богатчикова,  
Научный руководитель А.В. Волков  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье описываются виды отходов деревообрабатывающего производства, основные источники загрязнения и факторы вредного воздействия на окружающую среду.

Деревообрабатывающее производство использует большое количество природного сырья и разнообразных материалов, формирует значительное количество отходов. Факторами вредного воздействия деревообрабатывающего производства на окружающую среду являются:

- продукты сгорания топлива в энергетических агрегатах при выполнении технологических процессов и уничтожении отходов (сажа, CO, NO<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>): летучие вещества, выделяющиеся при прессовании, склеивании, отделке, пропитке (ламинировании) бумаги, защитной обработке древесины и изготовлении деталей из пенополиуретана; летучие вещества, выделяющиеся при обслуживании, эксплуатации и зарядке аккумуляторных батарей;
- сбросы производственных, хозяйственно-бытовых и поверхностных сточных вод в водотоки, водоемы и на почву;
- размещение отходов на организованных и несанкционированных свалках (полигонах);
- ущерб окружающей среде от вырубке лесов, потребления различных видов сырья, материалов, энергоносителей и отчуждения земель;
- шум, вибрация и излучения [1].

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха на деревообрабатывающих предприятиях являются цеха механической обработки древесины, производства плит ДСП, ДВП, клееной фанеры, ламинированных плит, слоистых пластиков, а также отделочные, облицовочные, сушильные цеха [2].

В результате интенсивного использования деревообрабатывающими предприятиями водных ресурсов происходит загрязнение водоемов, что в итоге приводит к значительным качественным и количественным изменениям региональных водных бассейнов и гидросферы в целом.

Различают следующие виды загрязнения природных вод: химическое, физическое, биологическое и тепловое. Химическое загрязнение воды происходит вследствие поступления в водоемы со сточными водами вредных примесей органического и неорганического происхождения.

Основными поставщиками органических вредных веществ в сточные воды являются предприятия мебельной промышленности, заводы и цеха по

производству древесноволокнистых и древесностружечных плит, клееной фанеры, ремонтно-механические цеха и др.

Физическое загрязнение водоемов связано с изменением ее физических свойств – прозрачности, содержания взвесей и других нерастворимых примесей, радиоактивных веществ, а также температуры.

Суспензии (песок, глина, ил, опилки, мелкие частицы коры, отходы синтетических смол и др.) попадают в водоемы в основном вследствие поверхностного смыва дождевыми водами с территорий складов, материалов, лесопильных цехов, окорочных станций, заводов по производству ДСП, ДВП, клееной фанеры, а также при мытье технологического оборудования и т.п.

Существенным загрязнителем вод является пыль, которая переносится на значительные расстояния и попадает в водоемы. Твердые частицы резко снижают прозрачность воды, приводят к повышению мутности вследствие чего подавляется процесс фотосинтеза водных растений, снижаются вкусовые качества воды.

Тепловое загрязнение водоемов, является особым видом загрязнений. Оно вызвано попаданием в водоемы сточных вод повышенной температуры.

Источниками тепловых загрязнений водоемов могут быть цеха гидротермической обработки древесины, цеха по производству клееной фанеры, ДВП, ДСП, котельных и т.д.

Избыточное тепло, поступающее вместе с нагретыми сточными водами в водоемы, существенно изменяет термический и биологический режим водоемов, что может вызывать изменения микроклимата и гибель флоры и фауны.

Биологическое загрязнение водной среды заключается в поступлении водоемов вместе со сточными водами различных видов микроорганизмов.

Основными источниками биологического загрязнения на деревообрабатывающих предприятиях являются бытовые сточные воды от санузлов, душевых, столовых и УР. Эти сточные воды могут попадать в водоемы без достаточной очистки и вызывать биологическое загрязнение [3].

Процесс обработки и переработки древесины во всех производствах связан с получением большого количества отходов. Начиная с первой стадии – вырубке леса и вывоза хлыстов, и заканчивая последней стадией – обработкой древесины, технологические процессы сопровождаются отходом части древесины, которая не используется в дальнейшем производстве. Объем отходов не только соизмерим с его объемом получающейся продукции, но зачастую и превосходит его.

### **Список литературы**

1. Лявданская О.А. Основы деревообработки: учебное пособие / О.А. Лявданская. – Оренбург н/Д, 2011. – 274 с.
2. Писецкая Е.Н. Очистка выбросов деревообрабатывающих предприятий / Е.Н. Писецкая // Экология на предприятии. – 2014. – №9. – С. 39-40.
3. Мисун Л.В. Инженерная экология в АПК: пособие для студ. инж. спец. Вузов / Л.В. Мисун. – 2007. – 304с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РУКАВНЫХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГАЗОВ ОТ ПЫЛИ

Студент гр. 320681 В.В. Буксман,  
Научный руководитель В.А. Векшина  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В данной статье рассматривается вредное воздействие технологического процесса приготовления резинотехнических смесей на предприятии АО «Тульский завод резиновых технических изделий» на окружающую среду. Выбран фильтр для снижения промышленных отходов, примесей тяжёлых металлов который позволит повысить эффективность работы и качества очистки.

Рассматривался один из основных цехов предприятия АО «Тульский завод резиновых технических изделий», а именно – цех приготовления резинотехнических смесей. В ходе этого процесса сырой каучук, натурального или искусственного происхождения, становится резиной. Тульский завод РТИ – одно из ведущих предприятий РФ, которое занимается изготовлением резинотехнических изделий. Свою первую продукцию предприятие выпустило в 1947 году: резиновую обувь, прорезиненные костюмы и вентиляционные трубы для шахт. В ноябре 1995 года завод вошел в число пяти тысяч ведущих предприятий, имеющих статус «Лидеры Российской экономики». Предприятие обеспечивает потребности в резиновых технических изделиях производства оборонной промышленности, ж/д подвижного состава, тяжелого машиностроения, автомобилестроения. С этой целью приобретено современное компьютеризованное оборудование, получен сертификат соответствия системы менеджмента качества и аккредитована центральная заводская лаборатория.

В процессе работы данного цеха происходит выделение вредных веществ 2-4 классов опасности, негативно влияющих не только на окружающую среду, но и на работников, а также местных жителей близлежащих домов [1].

Рукавные фильтры – надежные и эффективные пылеулавливающие аппараты, предназначенные для сухой очистки промышленных газов. Рукавный фильтр представляет собой металлический корпус, разделенный перегородками на секции, в каждой из которых размещена группа фильтрующих рукавов подвешенных на монтажных (опорных) решетках. Внизу рукавного фильтра находится бункер для сбора пыли, выгрузку пыли и герметичность обеспечивают шнек и шлюзовой питатель. Регенерация (очистка) рукавов фильтра происходит поочередно кратковременными импульсами сжатого воздуха. Управление регенерацией осуществляет контроллер, который задает частоту, и продолжительность импульсов по перепаду давления при помощи дифманометра.

Для очистки промышленных газов от пыли при концентрации до 60 г/м<sup>3</sup> применяются рукавные фильтры. Однако при применении специальных устройств, понижающих входную концентрацию пыли, рукавным фильтрам по

силам противостоять концентрации до  $200\text{г}/\text{м}^3$ . После рукавного фильтра очищенный воздух может содержать менее  $10\text{ мг}/\text{м}^3$  пыли [2].

Рукавные фильтры чаще применяются при температуре очищаемого газа, в диапазоне температур  $20\text{-}260\text{ }^\circ\text{C}$ , но также существуют материалы, рассчитанные на работу при температуре до  $350\text{ }^\circ\text{C}$ .

В зависимости от гранулометрического состава пыли и начальной запыленности степень очистки (КПД) может составлять  $98\text{-}99,9\%$  при объеме фильтруемого газа  $0,4\text{-}1,6\text{ м}^3/\text{м}^2\text{мин}$ .

Регенерация (очистка от осевшей пыли) рукавов в процессе работы фильтра осуществляется автоматически путем их встряхивания, с помощью импульсов сжатого воздуха, что является преимуществом данных газоочистных аппаратов или же методом обратной продувки и вибрационным способом, что менее эффективно. Имеются мембранные клапаны, которые позволяют провести процесс регенерации при помощи усовершенствованной импульсной электронной системы регенерации рукавов. В настоящее время самым эффективным является автоматическая продувка рукавного фильтра импульсами сжатого воздуха.

Конструкции матерчатых фильтров весьма разнообразны. Наиболее распространенной классификацией рукавных фильтров является разделение по способу регенерации и форме фильтровальных рукавов [3].

Рукавные фильтры с цилиндрической формой фильтровального элемента широко распространены в различных отраслях промышленности, имеют много преимуществ по сравнению с другими конструкциями матерчатых фильтров. Однако, наряду с достоинствами, они имеют существенный недостаток, заключающийся в сравнительно небольшой поверхности фильтрации, приходящейся на единицу объема рабочей камеры фильтра (рис.1-2).

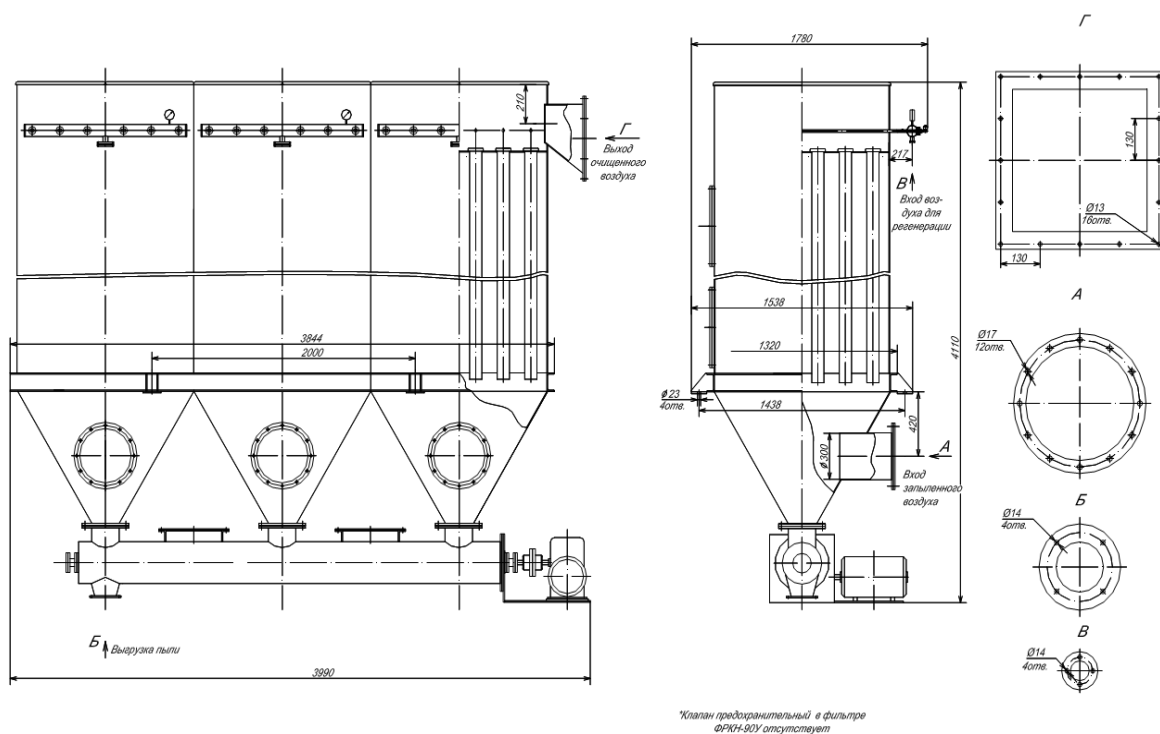


Рис. 1. Схема рукавного фильтра ФРКНВ-90

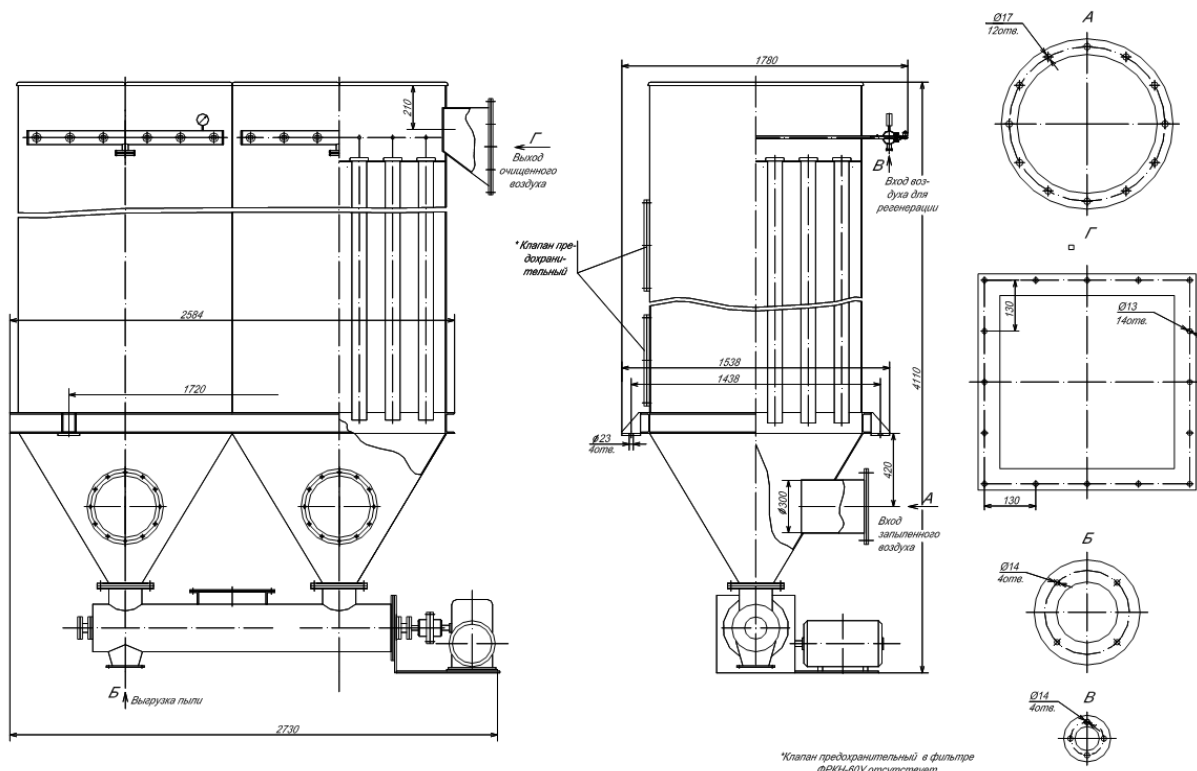


Рис. 2. Схема рукавного фильтра ФРНКВ-60

Очистка газов от взвешенных твердых частиц проводится для уменьшения загрязненности воздуха. Пыль в производственных помещениях оказывает неблагоприятное воздействие на работника, а также на оборудование, вызывая, его интенсивный износ. Осаждение пыли на поверхностях нагрева и охлаждения ухудшает условия теплообмена, а на электрическом оборудовании – приводит к нарушению его работы. В настоящее время в ОА «Тулский завод РТИ» отсутствуют установки для вальцов, позволяющие снизить количество вредных веществ не только в воздухе рабочей зоны, но и в атмосфере.

### Список литературы

1. «Удельные показатели образования вредных веществ, выделяющихся в атмосферу от основных видов технологического оборудования для предприятий радиоэлектронного комплекса», Санкт-Петербург, ООО «ЭВИОН», 2008 г.
2. Аверина Ю.М., Калякина Г.Е., Меньшиков В.В. и др. Проектирование процессов нейтрализации хромо- и цианосодержащих сточных вод на примере гальванического производства. Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Естественные науки, 2019. – № 3. – С. 70-80.  
DOI: 10.18698/1812-3368-2019-3-70-80. Ст.70-74.
3. ГН 2.2.5.3532-18 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны».

# СТАЦИОНАРНОЕ УСТРОЙСТВО АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ СТОЧНЫХ ВОД ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Студент гр.340601/02 В.С. Винокурова,  
Научный руководитель Е.М. Рылеева  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье приведено описание стационарного устройства автоматического контроля сточных вод промышленных предприятий, которое может быть использовано при мониторинге поверхностных водных источников: водоемов, водохранилищ, рек или их частей в целях наблюдения за состоянием гидросферы.

Оценка уровня загрязнения водных объектов Тульской области ежегодно проводится ФГБУ «Тульский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (Тульский ЦГМС) на основе статистической обработки результатов гидрохимических наблюдений в 21 створах (Таблица 2.1). Для большинства водотоков створы наблюдений определены с учетом максимальной аккумуляции загрязняющих и биогенных веществ, транспортируемых речными водами со всей площади водосбора, а специфику и значения показателей загрязнения водных объектов определяют характер и масштабы хозяйственной деятельности [1].

Для того, чтобы не только оценивать качество воды, но и управлять им, нами было разработано и запатентовано стационарное устройство автоматического контроля сточных вод промышленных предприятий (рис.1).

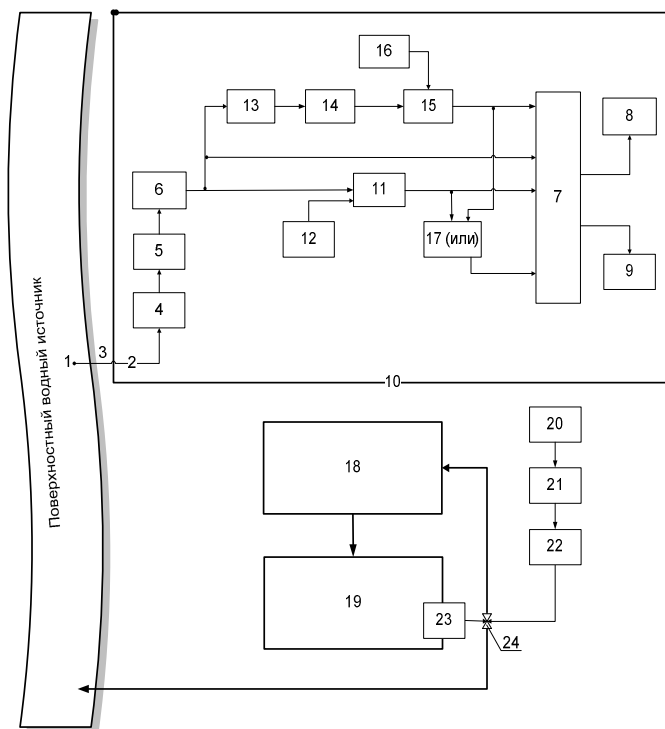


Рис. 1. Схема стационарного устройства автоматического контроля сточных вод промышленных предприятий

Изобретение относится к автоматическим системам контроля качества воды и может быть использовано при мониторинге поверхностных водных источников: водоемов, водохранилищ, рек или их частей в целях наблюдения за состоянием гидросферы. Задачей технического решения является расширение технологических возможностей устройства, путем создания автоматизированного регулирования и управления качеством очистки сточных вод, гарантированного снижения контролируемых параметров до уровня или ниже уровня предельно-допустимых концентраций.

Стационарное устройство автоматического контроля сточных вод промышленных предприятий содержит последовательно соединенные контрольный створ водного объекта, трубопровод, систему патрубков, насос подачи воды, проточную аналитическую ячейку, измерительные приборы, контроллер сбора и передачи данных, аппаратуру связи, источник питания и изотермический контейнер, 1-ый блок сравнения, 1-ый задатчик, регистр задержки, блок вычитания сигналов, 2-ой блок сравнения, 2-ой задатчик, элемент «или», блок локальных очистных сооружений, накопительная емкость очищенной воды, 1-ый и 2-ой GSN-передатчики с антеннами, контроллер автоматического управления, привод перекидного клапана, насос, перекидной клапан, причем 1-ый блок сравнения и 1-ый задатчик соединены с контроллером сбора и передачи данных и с элементом «или», регистр задержки соединен с блоком вычитания, 2-ой блок сравнения соединен со 2-ым задатчиком, элементом «или» и контроллером сбора и передачи данных, который соединен с 1-ым и 2-ым GSN-передатчиками с антеннами, блок локальных очистных сооружений соединен с накопительной емкостью очищенной воды и насосом, контроллер автоматического управления соединен последовательно с приводом перекидного клапана и перекидным клапаном.

Таким образом, в стационарном устройстве автоматического контроля сточных вод промышленных предприятий имеются блоки сравнения, позволяющие зафиксировать превышения заданных контролируемых параметров, регистр задержки и блок вычитания сигналов, позволяющие заложить временной период отсрочки и после вычитания заданного промежутка времени сравнить измеренные значения с параметрами задатчика, что позволяет более точно и качественно оценивать стационарность и равномерность измеренных параметров.

Включенные в систему контроллер автоматического управления, привод перекидного клапана и перекидной клапан позволят контролировать превышение предельно-допустимых концентраций в водной среде, путем перераспределения потоков сточных вод.

Благодаря внедрению данного стационарного устройства автоматического контроля сточных вод промышленных предприятий, будет обеспечено автоматизированное регулирование и управление качеством очистки сточных вод, гарантированное снижение контролируемых параметров до уровня или ниже уровня предельно-допустимых концентраций.

### **Список литературы**

1. *«Доклад об экологической ситуации в Тульской области за 2020 год»*  
<https://npatula.ru/storage/files/176231238-176231273.pdf>



# АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ ВОДЫ ПО НАБЛЮДЕНИЯМ НА ГИДРОЛОГИЧЕСКОМ ПОСТУ ОРЛОВО РЕКА УПА ТУЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЦИОНАЛЬНОМУ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЮ

Студент гр. 340601/02 Х.Т. Есоян,  
Научный руководитель А.В. Волков  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

***Аннотация.** В статье проведен анализ динамики изменения уровня воды по наблюдениям на гидрологическом посту Орлово река Упа Тульская область. Даются рекомендации по рациональному водопользованию. Описан принцип работы капельного орошения применимый в сельском хозяйстве и оборотного водоснабжения для промышленных предприятий.*

Глобальное изменение климата за последние десятилетия заняло прочное место в ряду главных экологических проблем, стоящих перед мировым сообществом. Изменение климата ведет к росту неблагоприятных и опасных гидрометеорологических явлений. В 2017 году Всемирный экономический форум (ВЭФ) в 12-м ежегодном докладе, посвященном наиболее важным рискам, с которыми сталкивается человечество, объявил экстремальные погодные явления наиболее вероятными среди главных глобальных рисков, и вторыми по масштабу оказываемого воздействия (после оружия массового поражения). Особенно остро стоит вопрос влияния изменения климата на водные ресурсы, который требует более детального изучения с региональной точки зрения. Учитывая огромную значимость водных ресурсов для социально-экономического развития [1].

Каждый год ученые фиксируют гибель малых рек и снижение уровня воды в крупных водных артериях. По данным на 2015 год в Воронежской области полностью исчезло более 30 рек. Отмеченное на протяжении 10 лет обмеление Дона ведет к неминуемой экологической катастрофе. Процесс обмеления уже не остановится естественным путем. На планете уже исчезло более 900 малых рек, а в одной Московской области утрачено 30 процентов водных ресурсов.

Потребление человеком пресной воды осуществляется, главным образом, за счёт вод речного стока. Это обусловлено доступностью речной сети для изъятия пресной воды как по распространённости по земной поверхности (по сравнению, например, с озёрами), так и по энергетическим и другим издержкам на изъятие (по сравнению, например, с забором воды из подземных источников). Кроме того, воды речной сети наиболее динамичны и способны к возобновлению и самоочищению.

Глобальная нехватка пресной воды, может привести к замедлению развития отраслей промышленности, потребляющих большое количество пресной воды, снизить качество жизни как таковой, привести к проблемам в сельском хозяйстве (в настоящее время 3/4 все потребляемой человечеством воды приходится на сельское хозяйство), нехватка чистой питьевой воды может стать причиной

межрегиональных политических и военных конфликтов, нехватка чистой питьевой воды неумолимо приведет к росту числа различных заболеваний и эпидемий, снижению рождаемости и сокращению численности населения [2].

Согласно данным Тульского ЦГМС по гидрологическому посту (далее ГП) Орлово река Упа, уровень воды постепенно снижается.



Рис. 1. Значение среднегодовых уровней ГП Орлово река Упа

Опираясь на данные из таблицы, можно прийти к выводу, что уровень воды за последние 10 лет приблизился к историческому минимуму, начиная с 1990 года.

Анализируя выше изложенные данные можно сделать заключение, что на территории Тульской области нужно обеспечить комплекс мер по охране водных ресурсов. В этот комплекс должны входить такие мероприятия как: рекомендация по рациональному водопользованию, мероприятия по оптимизации оборотного водоснабжения в условиях ухудшения качества воды при потеплении, рекомендации по экономии воды в сельском хозяйстве.

В мире потребляется около 3900 млрд куб. м. воды в год. Значительная часть (70 %) уходит на сельскохозяйственные нужды, прежде всего полив, 20 % задействуется в промышленности, а оставшиеся 10 % потребляются людьми и организациями в бытовых целях.

Согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 12 октября 2013 г. № 922 г. Москва «О федеральной целевой программе «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России на 2014-2020 годы» планируется реконструкция и восстановление на новом технологическом уровне сельскохозяйственных предприятий.

В ходе реализации этой программы предусматривается использование таких передовых технологий, как капельное орошение и применение автоматизированных поливных агрегатов, а также способов орошения, обеспечивающих наиболее экономичное расходование водных ресурсов и благоприятные для получения высоких урожаев режимы полива [3, 4].

Капельное орошение позволяет получить значительную экономию воды и других ресурсов (удобрений, трудовых затрат, энергии и трубопроводов). Капельное орошение также даёт другие преимущества (более ранний урожай, предотвращение эрозии почвы, уменьшение вероятности распространения болезней и сорняков).

Широкое использование метод впервые получил в разработке Симхи Бласса в Израиле, где в условиях дефицита воды в 1950-х годах начались опыты по внедрению системы капельного орошения.

Изначально получило распространение в тепличном производстве, но на сегодня уже широко используется и в открытом грунте для выращивания овощей, фруктов и винограда, а также озеленения, в том числе вертикальных садов. Наибольший эффект применение капельного орошения даёт в зонах недостаточного увлажнения.

Главным элементом капельного орошения, позволившим стать этому виду полива собственной технологией, стало создание капельницы. До этого капельное орошение было в виде емкостей разного объема, из которых через небольшое отверстие по пучку нитей, вода просачивалась к корню растения. Изобретение капельницы позволило сделать капельное орошение массовым, удобным и эффективным.

Наиболее перспективным вариантом сокращения потребления воды в промышленности является создание замкнутых систем. Сточные воды проходят очистку специальным оборудованием и используются повторно. Составляющие системы оборотного водоснабжения зависят от объема стоков и требований, которые предъявляются к качеству очищенной жидкости. Прогрессивную установку можно встретить в производственных цехах, атомных и тепловых электростанциях, на автомойках, в загородных домах с автономными источниками.

Оборотное водоснабжение – это система обеспечения водой нужд производственного предприятия, при которой использованная вода после соответствующей подготовки подаётся повторно. Оборотное водоснабжение или водооборотный цикл представляет собой замкнутую систему, состоящую из различного технологического оборудования, соединённого трубопроводами.

Достоинства применения данной системы оборотного водоснабжения являются существенная экономия воды – до 90 %, отсутствие вредных выбросов в местные водоемы, предприятие не будет платить за использование новых водных ресурсов, производства смогут обойтись без выплат штрафов из-за загрязнения экологии.

Следует отметить, что оборотное водоснабжение имеет один недостаток. Это испарение около 5 % воды от всего объема, который был изначально. Если сравнивать, то такая система приносит большое количество плюсов, поэтому ее следует применять на всех современных предприятиях, где это возможно.

### **Список литературы**

1. Богословский Б.Б. *Основы гидрологии суши. Реки, озера, водохранилища / Б.Б. Богословский.* – Минск: Изд-во БГУ, 1974. – 214 с.

2. Бураков Д.А. Основы метеорологии, климатологии и гидрологии / Д.А. Бураков. – Красноярск: Изд-во Красн. гос. аграр. ун-та, 2011. – 278 с.

3. Виссмен мл. У. Введение в гидрологию / У. Виссмен мл., Т.И. Харбаф, Д.У. Кнэпп. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1979. – 470 с.

4. Абакумов В.А. Гидробиологический мониторинг пресноводных экосистем и пути его совершенствования / В.А. Абакумов, Л.М. Суцены // Экологические модификации и критерии экологического нормирования: Тр. Междунар. симпоз. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 41-51 с.

## **ВОЗДЕЙСТВИЕ УЧАСТКА ТЕХПЛАСТИН И НЕФОРМОВЫХ РТИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

Студентки гр. 320681 Е.В. Лазаренко,  
Научный руководитель М.В. Ларина  
Тульский Государственный университет,  
г. Тула

***Аннотация.** Загрязнение атмосферы твёрдыми и газообразными веществами актуально, как и раньше. Предприятие химической и нефтехимической промышленности, расположенное почти в центре города, оказывает существенное влияние на окружающую среду и особенно – на атмосферный воздух. В данной работе для улучшения очистки производственных выбросов от вредных загрязняющих веществ предлагается изобретение «Абсорбер» – аппарат для поглощения газов, паров, для разделения газовой смеси на составные части растворением одного или нескольких компонентов этой смеси в жидкости, называемой абсорбентом (поглотителем). Изобретение относится к колонным массообменным аппаратам и предназначено для мокрой очистки воздуха от газообразных вредностей. Обычно представляет собой колонку с насадкой или тарелками, в нижнюю часть которой подаётся газ, а в верхнюю – жидкость; газ удаляется из абсорбера сверху, а жидкость – снизу. Применяется в химической, нефтеперерабатывающей и других отраслях промышленности.*

Производство эластомеров (резинотехнических изделий) является одним из наиболее значительных источников вредных выбросов в атмосферу не по количественному, а по качественному составу. Выбросы предприятий по производству резинотехнических изделий отличаются разнообразием по составу и агрегатному состоянию – пары, газы, аэрозоли, твёрдые вещества. В состав газоздушных выбросов производства резинотехнических изделий входят такие вредные вещества, как технический углерод (сажа), сера, оксид цинка, фенилнафтиламин (неозон Д), тетраметилтиурамдисульфит (тиурам), а-меркаптобензотиазол (каптакс), бисдисульфид (альтакс), тальк, бензин, ацетон, ацетофенол, акролеин, акрилонитрил, диметиламин, капролактамы, сероводород, скипидар, толуол, метанол, бензол, фенол и многие другие соединения [1, 2].

Сложный состав выделяющихся веществ объясняется большой номенклатурой выпускаемых изделий и соответственно используемых для их изготовления материалов и ингредиентов, а также разнообразием процессов получения резинотехнических изделий. При их изготовлении применяются около 30 видов каучуков, свыше 100 ингредиентов, растворителей и органических добавок [3].

Практически все технологические операции производства резинотехнических изделий являются источниками выделения вредных веществ. Сюда относятся хранение, растаривание, развешивание, транспортировка материалов, подготовка смесей, формование заготовок, сборка изделий, клеепромазка, пропитка тканей, вулканизация и другие операции.

Спектр углеводородов, загрязняющих атмосферу, достаточно разнообразен. Значительная доля летучих (свыше 50 %) соединений приходится на ароматические углеводороды (бензол, толуол, стирол и их производные); нормальные и изопарафины (2,5-диметилгексан, додекан, 2,3,5-триметилгексан) и олефины (октен-1, нонен-1, детен-3 и др.), большинство из которых относится к летучим органическим соединениям (ЛОС) [4].

Для предотвращения загрязнения воздушного бассейна технологическое оборудование производства резинотехнических изделий должно быть герметизировано, оснащено типовыми отсосами и укрытиями. Все источники выбросов оборудуются газопылеочистными установками с необходимой степенью очистки.

Сточные воды производства резинотехнических изделий характеризуются наличием в них взвешенных веществ, растворителей и углеводородов. Как правило, они подвергаются локальной очистке с последующей доочисткой на заводских или общегородских очистных сооружениях.

По итогам выполненных расчётов рассеивания вредных загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы и их анализу видно, что превышены максимальные разовые предельные допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ.

Для снижения негативного воздействия выбросов на окружающую среду следует усовершенствовать устройства отчистки газообразных выбросов, установив абсорбер [5, 6].

Технический результат данного устройства – повышение эффективности каплеулавливания при переменных расходах газа. Это достигается тем, что в абсорбере, содержащем вертикальный цилиндрический корпус с входным и выходным патрубками для газа, горизонтальные массообменные тарелки, ороситель и каплеуловитель в виде двух горизонтальных перегородок, между которыми концентрично размещены каплеосадительные обечайки, в центральной обечайке размещён подвешенный на пружине поршень, зазор между перегородками снабжён по крайней мере одной дополнительной горизонтальной перегородкой и вертикально установленной радиальной стенкой, образующей две камеры, ограниченные по высоте верхней и нижней перегородками, одна из которых сообщена с полостью центральной обечайки через окно, выполненное на всю высоту этой камеры, и снабжена входными окнами в каналы между

обечайками, а вторая камера снабжена выходными окнами указанных каналов и центральным выходным окном, выполненным в верхней перегородке, форсунка оросителя содержит корпус с камерой завихрения и сопловый вкладыш, при этом корпус выполнен с впускным патрубком, имеющим отверстие, соосной с ним входной цилиндрической камерой, камерой завихрения, расположенной коаксиально по отношению к входной камере и выполненной в виде цилиндрического стакана, имеющего на боковой поверхности по крайней мере три тангенциально расположенных отверстия, оси которых расположены касательно по отношению к камере завихрения, а соосно камере завихрения расположен сопловый вкладыш, выполненный из твёрдых материалов, внутри вкладыша выполнены последовательно расположенные и соосные друг другу и цилиндрической поверхности камеры завихрения два калиброванных отверстия: цилиндрическое отверстие и коническое отверстие, выполняющее функции диффузора, увеличивающего угол конуса при вершине факела распыла жидкости, а к днищу цилиндрического стакана камеры завихрения со стороны соплового вкладыша осесимметрично и коаксиально прикреплен шнек с винтовыми лопастями, направление которых обратно направлению крутки потока в камере завихрения.

### **Список литературы**

1. ГН 2.2.5.3532-18. «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны».
2. ГОСТ Р ИСО 9002-26. «Системы качества. Модель обеспечения качества при производстве, монтаже и обслуживании».
3. Проект нормативов допустимых выбросов (НДВ) для Акционерного общества «Тульский завод резинотехнических изделий (АО «Тульский завод РТИ)», Тула, ООО «НТП «Экологический центр», 2021 г.
3. «Удельные показатели образования вредных веществ, выделяющихся в атмосферу от основных видов технологического оборудования для предприятий радиоэлектронного комплекса», Санкт-Петербург, ООО «ЭВИОН», 2008 г.
4. Патент RU 2 653 829 C1, МПК B01D 53/18, СПК B01D 53/185, B01D 53/261, F02M 51/00, F23D 11/36. Опубликовано: 14.05.2018. Бюл. №14.
5. <https://www1.fips.ru/>
6. <https://www.tularti.ru/>

## **ВЛИЯНИЕ ДИОКСИДА АЗОТА НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА И ОКРУЖАЮЩЕЮ СРЕДУ**

Студент группы 320691 Д.А. Логунов,  
Научный руководитель В.М. Панарин  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Данная статья посвящена влиянию диоксида азота на организм человека и окружающую среду. В статье рассмотрено в каких

*концентрациях вещество влияет на организм человека и как диоксид азота воздействует на почву и воду.*

**Диоксид азота (NO<sub>2</sub>)** – желто-бурый газ с едким запахом, блокирующим дыхательные пути. В холодной среде не имеет цвета. При температурах более 150 градусов Цельсия происходит распад смеси на окись азота и кислород. Не горюч, но способствует возгоранию других веществ. Его высокая концентрация в воздухе может стать причиной взрыва. Обладает высокой химической активностью. Взаимодействует с неметаллами, являясь окислителем. Контактная с водой, превращается в азотную кислоту. Со щелочной средой образует нитраты и нитриты.

Получают NO<sub>2</sub> при воздействии концентрированной азотной кислоты на медь или термическим разложением нитрата свинца. Используется при производстве серной и азотной кислот. Также является окислителем в жидком реактивном топливе и смесевых взрывчатых веществах. Применяется при очистке нефтепродуктов от серо-органических соединений, служит катализатором при окислении органических соединений [1].

#### **Влияние диоксида азота на организм человека**

NO<sub>2</sub> – высокотоксичное вещество, оказывающее негативное воздействие на человека. В основном подвергаются опасности органы дыхательной системы, начиная от легкого раздражения слизистых и заканчивая отеком легких. Также происходит изменение состава крови, уменьшается содержание гемоглобина.

ПДК диоксида азота в воздухе рабочей зоны – 2 мг/м<sup>3</sup>. При вдыхании большей концентрации газа, в течение 10-ти минут ослабляется обоняние и запах становится неощутим. Появляется сухость в горле и раздражается слизистая.

Влияние малой концентрации диоксида азота приводит к нарушению дыхания и может обернуться отеком легких. При взаимодействии азотистой кислоты и влаги в дыхательных путях происходит угнетение центральной нервной системы, образование метгемоглобина, гемолиз, билирубинемия, расширение кровеносных сосудов, снижение артериального давления. При долговременной работе с присутствующим в воздушном пространстве диоксидом азота, развиваются тяжелые хронические заболевания: трахеит, бронхит, перфорация носовой перегородки, пневмосклероз, изменение слизистой оболочки десен [2].

Отравление диоксидом азота на первых этапах едва заметно, симптомы выявляются при попадании газа в организм в значительном количестве. Первоначально наблюдается: головная боль, слабость, кашель, боль в области грудной клетки, спазмы мышц и судороги, заторможенная реакция, нарушение координации и речи, зрительные и слуховые галлюцинации, головокружение, тахикардия. Усугубление интоксикации: повышенная температура тела, нехватка воздуха, тошнота, рвота, усиление боли в груди, чувство сдавливания головы, влажный кашель с отхождением пенистой мокроты с кровянистыми примесями, нарушение функции дыхания и сердечного ритма, отек легких, обморок [1].

Для человеческого организма оксиды азота еще более вредны, чем угарный газ. Общий характер воздействия меняется в зависимости от содержания различных оксидов азота: NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. Наибольшую опасность представляет

NO<sub>2</sub>. Воздействие оксидов азота на человека приводит к нарушениям функций легких и бронхов.

Воздействию оксидов азота в большей степени дети и взрослые, страдающие сердечно – сосудистыми заболеваниями. В воздухе оксиды азота в зависимости от концентрации вызывают: раздражения слизистых оболочек носа и глаз C = 0,001 об. % , начало кислородного голодания C = 0,001 об. % , отек легких C = 0,008 об. % [2].

### **Влияние оксида азота на окружающую среду**

Оксид азота является естественным компонентом атмосферы. Однако интенсивное использование искусственных азотных удобрений и сжигание ископаемого топлива в двигателях внутреннего сгорания составляет большую часть антропогенных выбросов оксида азота. На него приходится около 6 % глобального потепления. Если общее ежегодное выделение оксидов азота в мире оценивалось в 1967 г. в 53 млн. т, то уже в 1995 г. оно составило 130 млн. т.

Парниковая активность закиси азота в 298 раз выше, чем у углекислого газа. Все оксиды азота физиологически активны, относятся к третьему классу опасности. Оксид азота N<sub>2</sub>O обладает наркотическим эффектом. Оксид азота NO – сильный яд, оказывающий влияние на центральную нервную систему, а также вызывающий поражение крови за счёт связывания гемоглобина. Относительно высокой токсичностью (при концентрации выше 0,05 мг/л) обладает и оксид азота NO<sub>2</sub>. Он раздражает дыхательные пути и угнетает аэробное окисление в легочной ткани, что приводит к развитию токсического отёка легких. Для болеющих астмой и аналогичных больных повышается риск отрицательных легочных эффектов при содержании диоксида азота значительно меньшем, чем тот, на который не наблюдается реакция у здоровых людей. Оксиды азота могут отрицательно влиять на здоровье сами по себе и в комбинации с другими загрязняющими веществами [1].

Оксиды азота занимают второе место после диоксида серы по вкладу в увеличение кислотности осадков. В дополнение к косвенному воздействию (кислотный дождь), длительное воздействие диоксида азота в концентрации 470-1880 мкг/м<sup>3</sup> может подавлять рост некоторых растений (например, томатов). Значимость атмосферных эффектов оксидов азота связана с ухудшением видимости. Диоксид азота играет важную роль в образовании фотохимического смога [3].

Исходя из приведенной ранее информации, мы можем сделать вывод, что для человеческого организма оксиды азота еще более вредны, чем угарный газ. Общий характер воздействия меняется в зависимости от содержания различных оксидов азота: NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. Наибольшую опасность представляет NO<sub>2</sub>. Воздействие оксидов азота на человека приводит к нарушениям функций легких и бронхов. Также Оксиды азота занимают второе место после диоксида серы по вкладу в увеличение кислотности осадков. В дополнение к косвенному воздействию (кислотный дождь), длительное воздействие диоксида азота в концентрации 470-1880 мкг/м<sup>3</sup> может подавлять рост некоторых растений (например, томатов). Значимость атмосферных эффектов оксидов азота связана с



ухудшением видимости. Диоксид азота играет важную роль в образовании фотохимического смога.

### Список литературы

1. Загрязнение воздуха диоксида азота (<https://laboratoria.by>)
2. Национальный кадастр загрязнителей- Информационный бюллетень оксида азота
3. Химическая энциклопедия / Редкол.: Кнунянц И.Л. [и др.]. – М.: Советская энциклопедия, 1988. – Т. 1 (Абл-Дар). – 623 с.

## БЕНЗАПИРЕН И МЕТОДЫ ЕГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Студент группы 320691 Д.А. Логунов,  
Научный руководитель В.М. Панарин  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

***Аннотация.** В данной статье мы рассмотрим, что такое Бензапирен, как он влияет на организм человека и окружающую среду. Как он попадает в организм человека. Для чего его используют и какие компании его стали перерабатывать.*

Бензпирен – ароматическое соединение, представитель семейства полициклических углеводородов, вещество первого класса опасности. Образуется при сгорании углеводородного жидкого, твердого и газообразного топлива (в меньшей степени при сгорании газообразного). В окружающей среде накапливается преимущественно в почве, меньше в воде. Из почвы поступает в ткани растений и продолжает своё движение дальше в пищевой цепи [1].

Контроль содержания бензпирена в природных продуктах производится методом жидкостной хроматографии. Обладает сильной люминесценцией в видимой части спектра (в концентрированной серной кислоте, что позволяет обнаруживать его в концентрациях до 0,01 миллиардных долей люминесцентными методами. Физические свойства: в чистом виде представляет собой жёлтые пластинки и иглы, легко расслаивающиеся на более мелкие. Хорошо растворим в неполярных органических растворителях, бензоле, толуоле, ксилоле, ограниченно растворим в полярных, практически нерастворим в воде. Бензапирен отнесен к веществам первого класса опасности.

Первый класс опасности – это вещества с чрезвычайно высоким опасным воздействием на окружающую среду, при этом изменения, вызываемые ими, необратимы и восстановлению не подлежат. Бензапирен – один из самых мощных и при этом широко распространенный канцероген. Будучи химически и термически устойчивым, обладая свойствами биоаккумуляции, он, попав и накапливаясь в организме, действует постоянно и мощно. Помимо канцерогенного, бензапирен оказывает мутагенное, эмбриотоксическое, гематотоксическое действие.

Согласно российским нормативам предельно допустимая среднесуточная концентрация бензапирена в воздухе: ПДК<sub>сс</sub> = 0,1 мкг/100 м<sup>3</sup> = 10<sup>-9</sup> г/м ПДК бенз(а)пирена в почве = 0.02 мг/кг Другие данные о концентрации бензапирена:

1. в сумме с фоновым уровнем 5 мкг/кг для копчёной рыбы;
2. менее 0,2 мкг/кг в кашах для беременных и кормящих и детском питании;
3. в растительных маслах и жирах должно содержаться менее 2 мкг бензапирена на кг;
4. в копчёных продуктах до 5 мкг/кг;
5. в зерновых, до 1 мкг/кг.

Пути проникновения бенз(а)пирена в организм человека:

- пища и вода;
- путем вдыхания;
- через кожу.

Один из основных источников поступления бензапирена в организм – это продукты питания: самые обычные копчености, блюда, приготовленные на открытом огне и любая жареная еда. Следует оговориться, что эти цифры приведены для блюд, приготовленных из чистых, незагрязненных продуктов. Концентрация бензапирена в исходном сырье составляла 0,01-1 мкг/кг. То есть, при приготовлении концентрация канцерогена возрастала в тысячи раз.

Степень опасности находится вне зависимости от того, каким путем произошло попадание бензапирена в организм. В экспериментах, а также по данным мониторинга экологически неблагоприятных районов, бензапирен внедряется в комплекс ДНК, вызывая необратимые мутации, которые переходят в последующие поколения. Может вызвать разнообразные онкологические заболевания.

Антропогенные источники бенз(а)пирена могут быть стационарными (промышленные предприятия, ТЭЦ, крупные и мелкие отопительные системы), загрязняющими атмосферу в относительно ограниченных районах, и передвижными (транспорт), выбросы которых распространяются на значительно большие пространства. Одним из широко распространённых источников бенз(а)пирена является процесс горения практически всех видов горючих материалов. Бенз(а)пирен присутствует в дымовых газах, копоти и саже, оседающих в дымоходах и на поверхностях, имевших контакт с дымом, точнее в смолистых веществах, содержащихся в продуктах сгорания. Бенз(а)пирен находят и в местах стихийно возникающих лесных пожаров, он появляется в атмосфере также в результате извержения вулканов.

Существуют заводы, перерабатывающие Бензапирен, самые крупные из них:

1. Газпромнефть-Омский НПЗ;
2. ПО «Киришинефтеоргсинтез» (Киниф);
3. ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка [2].

Бензапирен используют для изготовления химического оружия. Химическое оружие-оружие массового поражения, действие которого основано на токсических свойствах отравляющих веществ, и средства их применения: артиллерийские снаряды, ракеты, мины, авиационные бомбы, газомёты, системы

480 баллонного газопуска, гранаты, пашки. Бензапирен очень негативно влияет как на активных, так и на пассивных курильщиков, он способен усваиваться в организме, кроме того, он является химически устойчивым веществом, мигрирующим из одних субъектов в другие.

Рассмотрим, как бензапирен влияет на ДНК человека. Молекула бензапирена умеет соединяться с другими подобными элементами, образуя крепкие молекулярные системы с ДНК и внедряясь в её комплекс, она расширяет двойную спираль, постепенно нарушая взаимосвязи молекул ДНК. Следовательно, спираль раскручивается и появляется новая – испорченная, а это собственно происходит мутация. Курильщик, в свою очередь, передаёт гены, подверженные мутации, своему будущему потомству, а это может вызвать самые непредсказуемые последствия – различные врожденные патологии и уродства при рождении. В непроветриваемом помещении там, где курят, бензапирена содержится в десятки раз больше, чем в самых неблагоприятных с экологической точки зрения местах – вблизи фабрик и заводов [4].

Исходя из приведенной ранее информации, мы можем сделать вывод, что бензапирен легко «включается» в круговорот веществ в природе: с атмосферными осадками, всегда содержащими твердые частички, он заносится даже на территории, удаленные от основного источника ПАУ, попадает в водоемы, откуда, при процессах испарения, вновь попадает в воздух. Именно такая способность бензапирена мигрировать приводит к тому, что его содержание может быть высоким в местах, где нет мощного источника этого вещества [2,3].

Попадая в окружающую среду и накапливаясь в ней, бензапирен проникает в растения, которые в дальнейшем служат кормом для скота или используется в питании человека. Концентрация бензапирена в растениях выше, чем его содержание в почве, а в продуктах питания (или кормах) выше, чем в исходном сырье для их изготовления. Этот эффект наращивания концентрации химических веществ, в том числе бензапирена, получил название биоаккумуляции [3].

Таким образом, бензапирен представляет опасность не только как фоновое загрязнение окружающей среды, но и как вещество, проникающее в организм по пищевой цепочке.

### Список литературы

1. Андерсон Д.М. *Экология и наука об окружающей среде* / Д.М. Андерсон. – М., 2007. – 384 с.
2. Кондратьев К.Я. *Экология, экономика, политика* / К.Я. Кондратьев, В.К. Донченко, К.С. Лосев, А.К. Фролов. – СПб., 2002. – 615 с.
3. Одум Ю. *Экология* / Пер. с англ. Т. 1-2. – М.: Мир, 2006. – 450 с.
4. Реймерс Н.Д. *Экология: теория, законы, правила, принципы и гипотезы* / Н.Д. Реймерс. – М., 2004. – 216 с.

# СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Студент гр. И340691/01 Е.В. Малухин,  
Научный руководитель А.А. Маслова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В работе предлагается система «умного» мониторинга, направленная на совершенствование системы мониторинга загрязнения окружающей среды промышленными предприятиями в Архангельской области.

Важнейшим преимуществом экономики Архангельской области является наличие двух промышленных кластеров – судостроительного и лесоперерабатывающего. Деятельность судостроительных организаций ориентирована большей частью на выпуск единичной продукции для нужд военно-промышленного комплекса. Лесоперерабатывающий кластер обеспечивает комплексную переработку леса и выпуск конкурентоспособной продукции как на российском, так и на международном рынке.

Для решения существующих экологических проблем и обеспечения устойчивого развития региона необходимо обладать объективной информацией о состоянии окружающей среды. Единственно возможный путь получения такой информации – мониторинг, включающий систему наблюдений, оценки и прогноза состояния природной среды, результаты которого обеспечат комплексную оценку экологического состояния окружающей среды, степень антропогенного воздействия, а также позволят сделать прогнозы развития экологических ситуаций с учетом внешних и внутренних факторов среды.

Динамика загрязнения окружающей среды в Архангельской области демонстрирует положительный тренд, но по-прежнему остается на достаточно высоком уровне [1-3]. Следовательно, в Архангельской области необходимо совершенствование системы мониторинга окружающей среды промышленными предприятиями.

Определим основные проблемы, существующие в системе мониторинга загрязнения окружающей среды Архангельской области в настоящее время.

Несмотря на многолетний мониторинг атмосферного воздуха в Архангельской области, следует отметить недостаточность точек измерения уровня загрязнения атмосферного воздуха и количества контролируемых загрязнителей в атмосферном воздухе. Постепенное расширение наблюдательной сети за счет организации стационарных постов и приобретения передвижных лабораторий в муниципальных образованиях Архангельской области, а также использование потенциала ведомственных лабораторий позволит более достоверно определять уровень загрязнения воздуха.

Недостаточность автоматизированных средств контроля приоритетных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и запоздалое получение информации об изменении качества окружающей среды под воздействием антропогенных факторов (данные со стационарных постов Северного УГМС за

прошедший день появляются в 14.00-15.00 следующего дня) затрудняют принятие решений по снижению уровня загрязнения атмосферного воздуха.

Имеющиеся руководящие документы по обработке и интерпретации данных мониторинга атмосферного воздуха требуют корректировки в соответствии с получаемыми на автоматизированных постах и передвижных лабораториях данными. Не использование данных, получаемых с автоматизированных стационарных постов для определения уровней загрязнения атмосферы городов Архангельской области в зависимости от индекса загрязнения атмосферы, расчет которых осуществляется Северное УГМС, затрудняет получение объективной информации об общем уровне загрязнения атмосферного воздуха.

Для повышения эффективности работы пунктов наблюдения актуально проведение мероприятий, направленных на снижение потерь информации, включая модернизацию (плановое обновление) парка технических средств, развитие парка резервного оборудования (подменного фонда системы) и совершенствование метрологического и методического обеспечения системы мониторинга качества атмосферного воздуха.

Задача обеспечения сбалансированного развития экономической и экологической систем региона определяет необходимость осуществления непрерывного мониторинга объектов водного бассейна с точки зрения выявления и отслеживания реальных и потенциальных возможностей и угроз социально-экономического роста, продуцируемых системой водного хозяйства региона.

Существующая в настоящее время система мониторинга водных объектов региона предоставляет важную информацию для проведения научного обоснованного регионального планирования и управления, поскольку вода является системообразующим и стратегическим ресурсом экономической системы региона. Как показывает практика последнего времени, умные технологии, способные обеспечить возможности оперативного сбора, качественной обработки и эффективного использования большого массива данных, находят все больше применение и в мониторинге водных объектов, отличающихся значительной протяженностью и большой площадью даже в рамках отдельных водных бассейнов.

Мониторинговые точки для контроля загрязнения почвы необходимо размещать на территориях детских образовательных организаций, игровых, спортивных, детских площадок селитебной территории, лечебно-профилактических учреждений, в зонах рекреаций. Для оценки влияния качества почв населенных мест на здоровье в каждой мониторинговой точке должно быть проведено не менее шести исследований в год на химические, бактериологические, паразитологические показатели и охватывать все сезоны года.

Рекомендуется внедрение системы «умного» мониторинга загрязнения окружающей среды в Архангельской области (рис.1), которая позволит решить ряд важных задач в системе регионального управления:

- упростит взаимодействие между участниками региональной системы в отношении использования имеющихся водных ресурсов;
- унифицирует и оптимизирует форму данных взаимодействий;

– повысит степень оперативности и скоординированности совместной деятельности в отношении охраны окружающей среды.

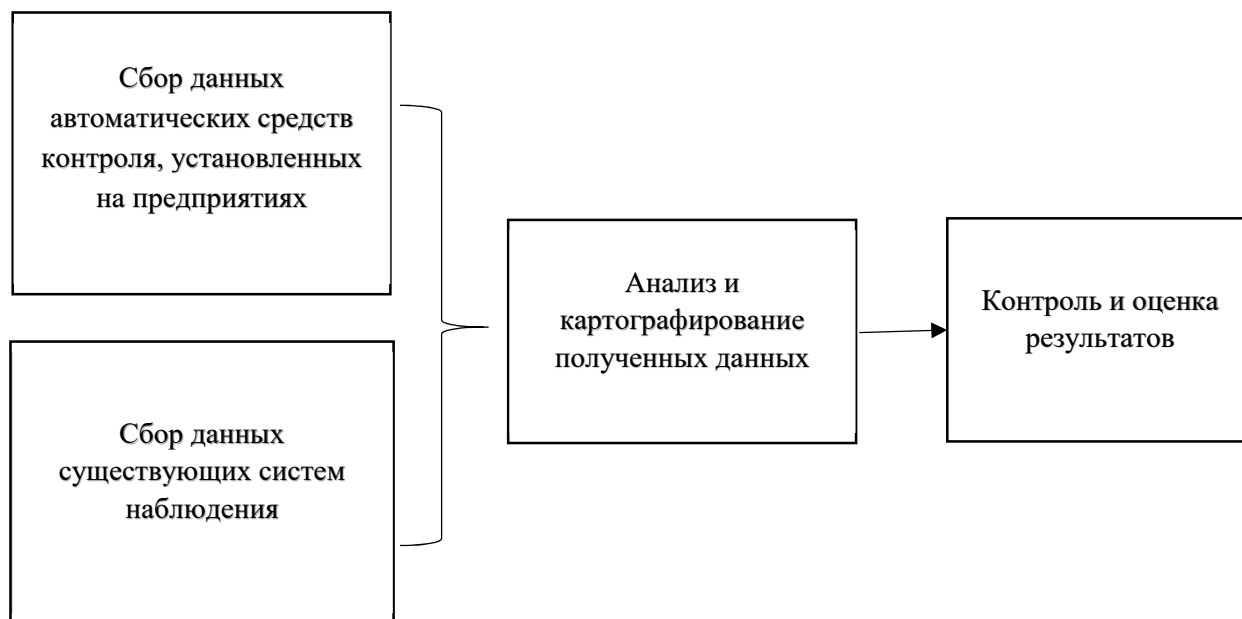


Рис. 1. Концептуальная схема «умного» мониторинга загрязнения окружающей среды в Архангельской области

Предполагается, что система будет собирать информацию о состоянии окружающей среды посредством объединения данных нескольких существующих систем наблюдения и автоматического контроля, установленных на предприятиях.

Система собирает данные о загрязнении окружающей среды от различных типов существующих источников экологически значимых сведений, а также малогабаритного измерительного оборудования, размещаемого на промышленных предприятиях.

Данные в режиме онлайн поступают на единую электронную карту, где видны все потенциально опасные участки и объекты.

Таким образом, реализация предложенных выше мер по внедрению системы «умного мониторинга» позволит основательно улучшить экологическую ситуацию в Архангельской области, что благотворно скажется на здоровье и благосостоянии населения региона и обеспечит экологическую и национальную безопасность данного субъекта РФ.

### Список литературы

1. Доклад «Состояние и охрана окружающей среды Архангельской области за 2018 год». – Архангельск: Министерство природных ресурсов и лесопромышленного комплекса Архангельской области, 2019. – 454 с.

2. Доклад «Состояние и охрана окружающей среды Архангельской области за 2019 год». – Архангельск: Министерство природных ресурсов и лесопромышленного комплекса Архангельской области, 2020. – 482 с.

3. Доклад «Состояние и охрана окружающей среды Архангельской области за 2020 год». – Архангельск: САФУ, 2021. – 478 с.

## ВОЗДЕЙСТВИЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО УЧАСТКА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Студент гр. 320681 А.В. Мухина,  
Научный руководитель А.А. Маслова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

***Аннотация.** В статье рассматривается и анализируется вредное воздействие участка дробления производства на окружающую среду, т. к. в данных цехах используются химические вещества, подавляющее большинство которых являются вредными и (или) опасными для здоровья.*

Стационарными источниками, расположенными на рассматриваемой площадке предприятия, при существующем положении выбрасывается в атмосферу 26 видов загрязняющих веществ (6 твердых и 20 газообразных и жидких), образующих 4 групп веществ, обладающих эффектом суммарного вредного воздействия [1].

Расчеты нормативов выбросов загрязняющих веществ произведены на основе действующей нормативной документации. Результаты расчетов показывают, что при существующем положении расчетный уровень загрязнения на границе промплощадки предприятия и за её пределами не превышает санитарных норм.

В проекте разработаны предложения по нормативам допустимых выбросов по предприятию в целом и по каждому источнику выбросов в отдельности, предложения по организации инструментального контроля на источниках выбросов, мероприятия по снижению выбросов в периоды наступления неблагоприятных метеорологических условий.

Данные о результатах обследования установок очистки газа (ГОУ) и условий их эксплуатации приведены в таблице в приложении инвентаризации выбросов [2].

Инвентаризация выбросов вредных веществ в атмосферу (далее – Инвентаризация) проведена для всей промышленной площадки. Количественная оценка выбросов выполнена расчетными и инструментальными методами. В результате инвентаризации установлены 252 стационарный источник выбросов (230 организованных источников и 22 неорганизованных), от которых в атмосферу поступает 33 вида загрязняющих веществ). Суммарный выброс ЗВ по объекту НВОС – 320,177206 т/год. Отчет по инвентаризации оформлен в соответствии с требованиями «Методического пособия по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух», разработанного в 2012 году Научно-исследовательским институтом охраны атмосферного воздуха (НИИ АТМОСФЕРА). Последняя корректировка Инвентаризации проведена в 2020 году. Срок пересмотра сведений по инвентаризации 2025 г. Решение о проведении инвентаризации выбросов, которым определяются сроки проведения инвентаризации выбросов и назначается

должностное лицо, ответственное за проведение инвентаризации выбросов, утверждается хозяйствующим субъектом. Инвентаризация стационарных источников на объектах, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, вводимых в эксплуатацию, проводится не позднее чем через два года после выдачи разрешения на ввод в эксплуатацию указанных объектов. Предлагается усовершенствовать утилизацию отходов производства.

Использование ТКО в качестве энергетических материалов.

ТКО представляют из себя состав, имеющий высокую теплопроизводительность. Перед использованием ТКО, в качестве топлива для сжигания с целью получения тепловой энергии, предварительно необходимо провести обработку (сортировку) ТКО с целью отделения полезных (теплотворных) элементов.

Использование ТКО в качестве энергетической единицы уменьшает потребление естественных энергетических полезных ископаемых (газ, нефть, уголь и т.п.), а также снижает уровень размещения отходов на полигонах ТКО.

Компостирование органических отходов для получения удобрения.

Органические отходы ввиду своего природного происхождения (пищевые отходы, иловые осадки очистных сооружений и т.п.) не представляют угрозы для окружающей среды.

Более, данные отходы имеют высокий потенциал в качестве удобрения, т.к. обладают высокими фертильными показателями. Фертильность выражена высокими концентрациями азота, фосфора и калия в составе отходов.

Компостирование органических отходов позволяет достичь высоких питательных параметров и качественного механического состава, увеличивающего способность растений к поглощению питательных веществ из удобрения.

Данный подход и применение полученных удобрений позволит улучшить плодородие почв, помогут восстановить нарушенные земли и в итоге увеличить количество получаемой растительной продукции, что поможет в борьбе с мировым голодом в странах Африки [3].

Также данный метод снизит нагрузку на полигоны отходов, уменьшив количество постигаемых отходов на площадки

### **Список литературы**

1. Белов С.В. *Охрана окружающей среды. Учебник для технических специальных вузов* / С.В. Белов, Ф.А. Барбинов, А.Ф. Козьяков. – М.: Высшая школа, 1991. – 319с.

2. ГН 2.2.5.3532-18 «*Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны*».

3. Патент РФ RU 2 690 328 C1, 2019, <https://patenton.ru/patent/RU2690328C1>



## ВОЗДЕЙСТВИЕ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Студент гр. 320681 И.А. Одинцова,  
Научный руководитель Е.М. Рылеева  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В работе предлагается система «умного» мониторинга, направленная на совершенствование системы мониторинга загрязнения окружающей среды промышленным предприятием. Реализация предложенных мер по внедрению системы «умного мониторинга» позволит улучшить экологическую ситуацию, что благотворно скажется на здоровье населения, а так же на условиях труда работников предприятия.

В научно-исследовательской работе рассматривается вредное воздействие производства резинотехнических изделий на окружающую среду.

В процессе функционирования горячих прессов в атмосферу попадает громадное количество токсичных веществ, создаются высокие уровни шума, загрязняются воздух, почва, образуется много других вредных для природной среды и человека веществ. При изготовлении и переработке изделий из резины выделяются многокомпонентные смеси, содержащие вредные газы и пыль [1].

Загрязнение воздуха приземного слоя атмосферы от предприятий по переработке резинотехнических отходов происходит в результате пылегазовых выбросов, являющихся следствием различных технологических процессов, которые практически все являются источниками выделения вредных веществ. К таким операциям относят хранение резинотехнических отходов (РТИ), взвешивание, транспортировка, вулканизация и девулканизация, пластикация, смешение, формование (каландрирование, шприцевание, прессование) [2].

По проведенному анализу расчетов рассеивания загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы видно, что максимальные приземные концентрации загрязняющих веществ превысили максимально разовые предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ [3].

Требуется усовершенствование контроля системы отслеживания параметров производственной среды.

В предложенной системе автоматизированного контроля параметров производственной среды имеются блок ввода-вывода, обеспечивающий удобство управления и контроля работой устройства, энергонезависимая память, дополнительный источник питания, буфер питания, обеспечивающая сохранение информации, монитор питания, позволяющий отслеживать состояние основного и дополнительного источников питания, задатчики предельно допустимых значений каждого фактора среды, позволяющие отследить превышение какого-либо фактора, интеграторы значений, проводящие первичную суммирование, блоки сравнения, позволяющие зафиксировать превышение значения фактора, а также датчики измерения показателей производственной среды.

Данное изобретение позволяет контролировать превышение предельно-допустимых концентраций в воздухе рабочей зоны, производить измерения параметров вибрации и величину атмосферного давления, чем поможет снизить вредное воздействие производства.

### Список литературы

1. «Удельные показатели образования вредных веществ, выделяющихся в атмосферу от основных видов технологического оборудования для предприятий радиоэлектронного комплекса», Санкт-Петербург, ООО «ЭВИОН», 2008 г.

2. Манина Л.К. Снижение негативного воздействия заводов резино-технических изделий на атмосферный воздух / Л.К. Манина, В.А. Давиденко // Механизмы управления экономическими, экологическими и социальными процессами в условиях инновационного развития. Сборник материалов IV Международной научно-практической конференции. Алчевск, Изд-во: Донбасский государственный технический университет, 2018. – С. 95

3. ГН 2.2.5.3532-18 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны».

## ВОЗДЕЙСТВИЕ СУШИЛЬНОГО ЦЕХА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Студент гр. 320681 Е.В. Пахомов,  
Научный руководитель Л.В. Котлеревская  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Загрязнение атмосферы твердыми и газообразными веществами в настоящее время актуально. Расположенное в центре города промышленное предприятие оказывает непосредственное влияние на атмосферный воздух. В статье рассматривается система аспирации и газоочистки для снижения воздействия сушильного цеха на окружающую среду.

В результате технологических процессов в сушильном цехе в окружающую среду выбрасываются вредные веществ в атмосферный воздух. Выбросы из сушильного цеха загрязнены парами диоксида железа, Марганец и его соединения, Сероводород, Углерод оксид, Сера диоксид [1].

По проведенному анализу расчетов рассеивания загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы видно, что максимальные приземные концентрации загрязняющих веществ превысили максимально разовые предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ [2].

Предлагается использовать систему аспирации и газоочистки.

Наиболее близкой к предложенной по технической сущности является известная система аспирации и газоочистки, содержащая магистральный участок газохода, магистральный побудитель тяги, местные отсосы от технологического оборудования, по крайней мере, одно периферийное ответвление сети газоходов, на котором установлены, по крайней мере, один вспомогательный побудитель

тяги, по крайней мере, один пылеконцентратор, в качестве которого использован аэродинамический сепаратор, и рециркуляционный фильтр [3].

Известная система аспирации и газоочистки обладает значительной металлоемкостью, трудоемкостью изготовления и монтажа, большими габаритными размерами, высоким гидравлическим сопротивлением и, соответственно, энергопотреблением, вызванным наличием двух ступеней очистки, а также наличием дополнительных трудозатрат и/или энергозатрат для удаления пыли из пылесборника рециркуляционного фильтра. Кроме того, если данная система аспирации и газоочистки содержит два и более вспомогательных побудителя тяги и используется в качестве регулируемой, то необходимо оборудовать ее большим количеством запорных и регулирующих устройств, а также приборов КИП и А, что приведет к значительному увеличению капитальных и эксплуатационных затрат, к снижению надежности работы и повышению уровня взрыво-пожароопасности.

Для снижения металлоемкости, трудоемкости изготовления и монтажа, габаритных размеров, гидравлического сопротивления, для создания возможности регулируемого использования сети газопроводов и аспирационного оборудования без применения сложной системы запорно-регулирующих устройств и автоматики предложена система аспирации и газоочистки, содержащая магистральный участок газопровода, магистральный побудитель тяги, местные отсосы от технологического оборудования, по крайней мере, одно периферийное ответвление сети газопроводов, на котором установлены, по крайней мере, один вспомогательный побудитель тяги и, по крайней мере, один пылеконцентратор, отличающаяся тем, что пылеконцентратор представляет собой рукавный фильтр проточного типа, включающий корпус, газораспределительную камеру, фильтровальные рукава, газосборную камеру и камеру сбора пылеконцентрата.

Пылеконцентраторы могут располагаться как до, так и после вспомогательных побудителей тяги и работать как под давлением, так и под разрежением.

Камера сбора пылеконцентрата пылеконцентратора может быть снабжена переточным отверстием с клапаном, сообщающимся с газосборной камерой или атмосферой и исключающим возможность образования во время работы вспомогательного побудителя тяги давления внутри фильтровальных рукавов ниже, чем со стороны газосборной камеры или атмосферы.

При отключении (выходе из строя) вспомогательного побудителя тяги рукава под действием разницы давлений между атмосферой и разрежением, создаваемым магистральным побудителем тяги, будут сминаться, выступая в роли клапанов, перекрывающих путь газу из периферийного ответвления. В этом случае переточное отверстие с клапаном будет служить для подсоса газа в систему извне (например, воздуха из помещения), чтобы исключить изменение параметров работы магистральной части системы аспирации и газоочистки.

Техническим результатом предложенной конструкции системы аспирации и газоочистки является более экономичная, надежная, рациональная, гибкая, безопасная и эффективная схема ее работы, обусловленная тем, что пылеконцентратор представляет собой рукавный фильтр проточного типа.

Пылеконцентратор может представлять собой участок газохода, выполненный из фильтровального материала, работающий под давлением или разрежением рукавный фильтр с рукавами проточного типа, проточный (в направлении запыленный газ – пылеконцентрат) рукавный фильтр с рукавами непроточного типа и т.д.

Для повышения эффективности работы системы аспирации и газоочистки, ее эксплуатационных качеств, уменьшения амплитуды колебаний гидравлического сопротивления за счет регенерации фильтровальной поверхности рукавов под действием собственной вибрации вспомогательного побудителя тяги последний может быть жестко соединен с корпусом пылеконцентратора, причем пылеконцентратор и/или вспомогательный побудитель тяги могут быть установлены на опорах посредством упругих элементов [4].

Кроме того, регенерация может осуществляться путем сообщения пылеконцентратору колебательного движения, например, раскачиванием вручную, постукиванием, от вибратора и т.д.

### **Список литературы**

1. ГН 2.2.5.3532-18 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны».
2. ГОСТ Р ИСО 9002 Системы качества. Модель обеспечения качества при производстве, монтаже и обслуживании.
3. Патент RU 4 5372 U1, МПК В65G 53/24 (2000.01) Опубликовано: 10.05.2005
4. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

## **АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

Студент гр. 320681 А.О. Савин,  
Научный руководитель Е.М. Рылеева  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В данной работе предлагается устройство-модуль для снижения уноса хромосодержащих промышленных стоков в вентиляцию, примесей тяжёлых металлов и накопления чистой хромовой кислоты. Реализация предложенных мер по внедрению универсального устройство-модуля для электрохимической регенерации отработанных хромосодержащих растворов, позволит повысить эффективность работы и качества очистки промышленных стоков посредством регулирования параметров работы установки и количества удаляемых реагентов в зависимости от объема и химического состава стоков.

Гальваническое производство является одной из областей применения в технологическом процессе опасных химических веществ и источником образования опасных отходов, к которым относятся соединения шестивалентного хрома, цианиды тяжелых металлов, неорганических кислот и щелочей, поверхностно-активных веществ и других высокотоксичных соединений, а также большого количества твердых отходов, особенно от реагентного способа обезвреживания сточных вод, содержащих тяжелые металлы в малорастворимой форме [1].

Требуется усовершенствование системы отслеживания образующихся отходов в гальваническом производстве.

Изобретение относится к электрохимической регенерации промышленных отработанных хромсодержащих растворов, образующихся в гальваническом производстве, и может быть использовано на предприятиях машиностроительной, электрохимической, металлообрабатывающей и др. отраслей промышленности.

Технология гальванического производства предусматривает, что многие процессы электрохимической и химической обработки металлов: хромирование, полирование, пассивирование, травление и др. происходят в концентрированных растворах хромовой кислоты (100-350 г/л  $\text{CrO}_3$ ).

При установлении в камере водоохлаждаемого нерастворимого анода устройство наполняют слабым раствором хромовой кислоты и помещают в ванну-сборник отработанного хромовокислого раствора для накопления в анодной камере, концентрированной чистой хромовой кислоты. Процесс осуществляется от источника постоянного тока и при помощи стальных катодов.

Устройство-модуль – универсальное, т.к. при использовании водоохлаждаемого стального катода в камере накапливают вредные примеси, а при использовании нерастворимого свинцового анода в камере накапливают хромовую кислоту.

Поставленная цель достигается тем, что водоохлаждаемая электродная камера выполнена с крышкой, элементы для придания камере прочности и жесткости размещены внутри камеры, один из которых соединен с крышкой, причем запорный элемент выполнен в виде пружины и пробкового клапана, установленного на нижнем конце тяги и размещенного в отверстии конусного дна с возможностью его запираения, а на верхнем конце тяги размещена пружина, установленная с возможностью взаимодействия с верхней плоскостью крышки, при этом в крышке выполнены отверстия для тяги и полиэтиленовых трубок [2, 3].

Таким образом, технико-экономические преимущества предлагаемого модуля заключаются в том, что максимально снижаются потери хромовой кислоты на унос в вентиляцию и расширяются технологические возможности устройства не только осаждать в камере вредные примеси тяжелых металлов, но и накапливать чистую хромовую кислоту.

### **Список литературы**

1. *«Удельные показатели образования вредных веществ, выделяющихся в атмосферу от основных видов технологического оборудования для предприятий*

радиоэлектронного комплекса» / Санкт-Петербург, ООО «ЭВИОН», 2008 г. – 12-18 с.

2. Аверина Ю.М. Проектирование процессов нейтрализации хромо- и цианосодержащих сточных вод на примере гальванического производства / Ю.М. Аверина, Г.Е. Калякина, В.В. Меньшиков [и др.] // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Естественные науки, 2019. – 70-80 с.

3. ГН 2.2.5.3532-18 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны», 2018 г. – 2-18 с.

## **ВЛИЯНИЕ НИЗКИХ ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ НА СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ**

Студент гр. 340601/02 М.Н. Когай,  
Научный руководитель Л.Н. Савинова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

***Аннотация.** В статье рассмотрены последствия воздействия низких доз облучения на здоровье человека. На основе существующего уровня научных знаний и практического опыта сделан ряд принципиально важных выводов о влиянии радиации.*

Радиация по самой своей природе вредна для жизни. Малые дозы облучения могут «запустить» не до конца еще установленную цепь событий, приводящую к раку или генетическим повреждениям. При больших дозах радиация может разрушать клетки, повреждать ткани органов и явиться причиной скорой гибели организма.

Проблема с воздействием радиации на здоровье еще и в том, что оно не может проявиться сразу – как в случае с авариями или взрывами. «Риск заболеть раком» означает, по сути, что его могут диагностировать завтра, а могут – никогда. Если добавить к этому то, что радиацию не заметить одним из чувств, и то, что для многих это явление незнакомое, неизвестное и непонятное, то становится заметным еще одно влияние радиации на здоровье – психологическое. По данным ВОЗ, после ядерных инцидентов или чрезвычайных ситуаций возможно развитие кратких или долгосрочных психологических расстройств через потенциальное воздействие радиации. В то время как идентификация быстро проявляющихся («острых») последствий от действия больших доз облучения не составляет труда, обнаружить отдаленные последствия от малых доз облучения почти всегда оказывается очень трудно. Частично это объясняется тем, что для их проявления должно пройти много времени. Но даже и обнаружив какие-то эффекты, требуется еще доказать, что они объясняются действием радиации, поскольку и рак, и подтверждения генетического аппарата могут быть вызваны не только радиацией, но и множеством других причин [1-2].

Понятие «низкий уровень облучения» обозначает либо малую дозу облучения при любой мощности дозы, либо низкую мощность дозы в течение всей

жизни, либо то и другое вместе. С другой стороны, эквивалентные дозы, превышающие 1 Зв, следует считать большими, а дозы, заключенные между 0,1 и 1 Зв, – промежуточными.

Исследования жертв атомных бомбардировок Хиросимы и Нагасаки показали значительное повышение статистики раковых заболеваний при дозах свыше 0,2 Гр. Эти дозы были получены внезапно (как в Чернобыле) непосредственно после взрыва. Поэтому при оценке рисков раковых заболеваний в результате получения низких доз ионизирующей радиации или доз, приобретенных вследствие медленного накопления, возник ряд проблем [3].

В этой области множество очевидных, но подчас трудно преодолимых обстоятельств, связанных в основном с невозможностью достичь необходимой статистической надежности массива получаемых экспериментальных и эпидемиологических данных для научного доказательства наличия, либо отсутствия эффектов облучения в диапазоне малых доз.

Критерием опасности облучения считают учащение случаев онкологических заболеваний и генетических нарушений по отношению к спонтанному уровню. Дополнительный рост числа таких недугов становится значимым в экономическом плане. Возможный риск возникновения заболеваний не должен превышать риск их возникновения в благополучных отраслях производства.

Последствия радиационного облучения малыми дозами. Высоко радиочувствительными является менее 1 % населения. Эта группа имеет унаследованные мутации в генах, распознающих повреждения ДНК, и генах репарации. До настоящего времени не разработано методов, позволяющих оценить радиочувствительность отдельных индивидуумов, используя клеточные и молекулярные тесты.

Радиочувствительность – главный феномен в биологическом действии ионизирующих излучений. Каждому биологическому виду, а зачастую отдельным объектам, их сообществам свойственна своя мера чувствительности к действию ионизирующего излучения – своя радиочувствительность. Проблема радиочувствительности занимает центральное место в радиобиологии, имея не только фундаментальное, но и чисто практическое значение, в частности, в рассматриваемом нами вопросе взаимоотношения техногенного облучения и здоровья человека. Подчеркивая важность оценки именно здоровья человека (как критерия для принятия радиационных регламентов) не следует подменять его изменением множества реально существующих показателей на самых различных уровнях - от молекулярного до тканевого, не влияющих, однако, на состояние здоровья. В производственных условиях персонал (а в аварийных условиях и население на радиоактивно загрязненной местности) подвергается хроническому облучению, как правило, в малых дозах и с низкой мощностью. Техногенные уровни облучения (за исключением чрезвычайных аварийных ситуаций) для абсолютного большинства людей представляют воздействие излучения в малых дозах - 0,1 Зв и меньше при любой мощности дозы и/или менее 0,1 Зв/год в течение любого интервала времени. Биологическая эффективность такого облучения существенно ниже острого, что связано с включением компенсаторных

механизмов, которые в таких условиях могут в течение определенного времени обеспечивать нормальную жизнедеятельность организма. Для хронического облучения характерно медленное развитие нарушений. При длительном слабоинтенсивном облучении ( $1 \text{ м}^3 \text{ в/год}$ ) развитие хронической лучевой болезни становится возможным, когда накопление суммарной дозы достигает несколько Зивертов и больше [4].

Проблемы здоровья действительно существуют, но их следует рассматривать скорее в ракурсе Чернобыльского синдрома, в формировании которого собственно радиационные эффекты играют меньшую роль (за исключением злокачественных новообразований), чем решения, действия и слова людей, не являющихся специалистами в области радиационной защиты.

Существующий уровень научных знаний и практического опыта позволяет сделать ряд принципиально важных выводов:

1. Определение «низкие уровни облучения» (НУО), то есть малые дозы и/или низкие мощности дозы, применительно к здоровью человека вытекает из экспериментально-теоретических, медико-радиологических и радиационно-эпидемиологических соображений: малыми удобно считать разовые эквивалентные дозы порядка  $0,1 \text{ Зв}$  и меньше, а низкими – мощности эквивалентной дозы ниже  $0,1 \text{ Зв/год}$ . При этом накопленные при жизни эквивалентные дозы не должны превосходить  $1 \text{ Зв}$ .

2. Биологические эффекты, сказывающиеся на здоровье человека, носят принципиально различный характер в области больших доз и в области НУО. При больших дозах здоровью всегда наносится вред. При НУО о риске для здоровья можно судить лишь косвенно, так как материализация этого риска не представляется возможной. В области НУО для ряда эффектов возможен порог или благоприятный эффект.

3. Представление о влиянии малых доз на здоровье при НУО строятся на основе экспериментальных данных, теоретических моделей, экстраполяцией результатов, полученных для человека при высоких дозах. При таких подходах линейная экстраполяция является идеальным подходом, чтобы обойти отсутствие эффекта при малых дозах.

4. Результаты изучения медицинских эффектов НУО оказываются неизбежно фрагментарными, а эпидемиологические исследования требуют огромных выборок. Именно поэтому экспериментальные данные, получаемые в строго контролируемых условиях, предоставляют значительно большие, чем эпидемиологические исследования, возможности выявления и принципиальной оценки эффектов, возникающих при малых уровнях облучения, а также экстраполяции их с низших на высшие уровни организации.

5. В результате радиационно-эпидемиологических исследований бесспорно доказан вред здоровью при промежуточных и высоких дозах, хотя индивидуальных признаков эффектов, которые были бы присущи только излучению, не установлено (например, нет отличительных признаков, что данный случай рака или врожденной аномалии является радиогенным). Фактический размер вреда от воздействия малых доз практически почти не выявляется.

6. Влияние малых доз облучения на людей следует еще изучать, и однознач-



но эта гипотеза еще не принята. Важно при этом понимать, что истинный вклад от радиации в происхождение тех или иных заболеваний весьма существенно отличается от субъективного восприятия её роли. Во всех эпидемиологических и сравнительных популяционных исследованиях, несмотря на нивелирование индивидуальных различий, влияние субъективных мешающих факторов и особенностей сохраняется.

### Список литературы

1. Банникова Ю.А. РАДИАЦИЯ. Дозы, эффекты, риски / Ю.А. Банникова. – М.: «Мир», 1990. – С. 57.
2. Ярмоненко С.П. Низкие уровни излучения и здоровье: радиобиологические аспекты / С.П. Ярмоненко // Мед. радиология и радиац. безопасность, 2000. – Т.45, №3. – С.5-32.
3. Лютых В.П. Нестохастические эффекты длительного хронического облучения человека ионизирующим облучением в малых дозах / В.П. Лютых, А.П. Долгих // Мед. радиология и радиац. безопасность, 1997. – Т. 41, №3. – С.51-59.
4. Тихонов М.Н. Системный взгляд на атомную энергетику и радиацию сквозь призму общественного сознания / М.Н. Тихонов, О.Э. Муратов, Э.Л. Петров // Безопасность жизнедеятельности, 2004. – №2. – С. 2-9.

## МЕРОПРИЯТИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Студент гр. И340691/01 Е.В. Малухин,  
Научный руководитель А.А. Маслова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация:* В работе приведены мероприятия по совершенствованию системы мониторинга загрязнения атмосферного воздуха в Архангельской области, представлена схема влияния атмосферных загрязнений на здоровье населения, определена функциональная зависимость между распространенностью болезней органов дыхания, болезнями других органов и систем и загрязнением атмосферного воздуха.

Для выполнения функции стратегического планирования органы управления должны иметь данные о технологических показателях основных предприятий, расположенных на их территории, которые в целом по компаниям уже рассчитаны и опубликованы в их корпоративной отчетности [1].

Необходимо внедрение экономического стимулирования, предусматривающего определенные преференции за: внедрение наилучших доступных технологий; использование вторичных ресурсов; использование возобновляемых источников энергии; проведение природоохранных мероприятий через

предоставление налоговых льгот и государственных инвестиций. В этом случае государственная поддержка заключается в: предоставлении льгот в отношении платы за негативное воздействие на окружающую среду в порядке, установленном законом.

Кроме того, представляется необходимым создать в Архангельской области эффективную систему общественного экологического мониторинга, которая, будет оказывать содействие органам государственной власти, а также максимально быстро и объективно информировать общественность о реальном положении дел в области природопользования и охраны окружающей среды.

Ожидается, что мероприятие окажет положительный эффект на социально-экономические показатели деятельности региона, снизив нагрузку на здоровье населения Архангельской области [2-3].

Как известно, экологически обусловленные заболевания – это заболевания, проявляющиеся среди населения какого-либо региона, подверженного воздействию вредных факторов среды обитания (химических веществ, физических факторов и т.д.), в виде характерных симптомов, синдромов или иных неспецифических отклонений, свойственных данному вредному экологическому фактору, который их провоцирует. В настоящее время нет оснований отрицать наличие экологически обусловленных заболеваний, их следует искать в общем потоке патологических проявлений, вызванных экзогенными химическими, физическими и другими факторами человеческого бытия.

Очевидное неблагоприятное воздействия на формирование популяционного здоровья населения оказывает антропогенное загрязнение окружающей среды, многократно подтвержденное различными региональными исследованиями.

Качество атмосферного воздуха оказывает напрямую влияет на здоровье человека, в случае низкого качества атмосферного воздуха у человека появляются болезни сердца, легких, сокращается продолжительность жизни. Влияние атмосферных загрязнений на здоровье населения представлено на рисунке 1.

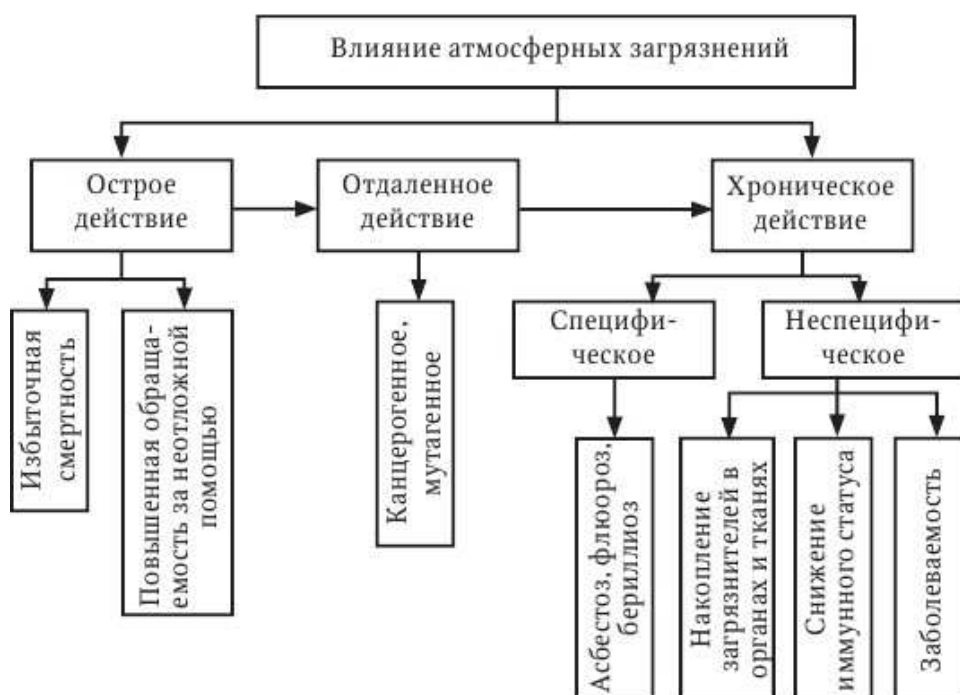


Рис. 1. Влияние атмосферных загрязнений на здоровье населения

Согласно российским статистическим данным, общая заболеваемость в экологически неблагоприятных регионах в 1,5-5 раз выше, чем в относительно мало затронутых хозяйственной деятельностью. Повышенный уровень загрязнения атмосферного воздуха или питьевой воды, наличие ксенобиотиков в продуктах питания вызывают рост таких заболеваний, как нарушения эндокринной системы и обмена веществ, поражения органов дыхания и пищеварения, снижение иммунитета, бронхиальная астма, аллергический ринит, холецистит, желчнокаменная болезнь, холангит, камни в почках и мочеточниках, раковые заболевания, врожденные аномалии и некоторые другие. Суммарный вклад экологических факторов в смертность населения России оценивается на уровне 4-5 % и занимает третье место после общих и социальных факторов.

Методом построения эмпирических зависимостей было установлено, что между распространенностью болезней органов дыхания, болезнями других органов и систем существует тесная корреляционная связь, которую в большинстве случаев можно интерпретировать как функциональную зависимость:

$$\begin{aligned} 1/V_{з.н.} &= 0,5 + 0,93/V_{од} & (R = 0,932) \\ \ln V_{сс} &= 0,023 \ln V_{од} - 1,3 & (R = 0,974) \\ \ln V_c &= 0,021 \ln V_{од} - 0,38 & (R = 0,979) \\ \ln V_{ж.к.} &= 0,0151 \ln V_{од} - 1,5 & (R = 0,963) \\ 1/V_{о.з.} &= 0,41 + 0,117/V_{од} ; \end{aligned}$$

где  $V_{з.н.}$  – заболеваемость злокачественными новообразованиями на 1000 человек;  $V_{од}$  – заболеваемость органов дыхания на 1000 человек;  $V_{сс}$  – заболеваемость болезнями сосудистой системы на 1000 человек;  $V_c$  – заболеваемость болезнями сердца на 1000 человек;  $V_{ж.к.}$  – заболеваемость болезнями желудочно-кишечного тракта на 1000 человек;  $V_{о.з.}$  – общая заболеваемость на 1000 человек.

Методом построения эмпирических зависимостей строятся уравнения регрессии между значением общей заболеваемости определенным видом болезни (на 1000 человек населения) и уравнением загрязнения атмосферы различными ингредиентами (показателями фактической концентрации). Так, в частности, была установлена корреляционная зависимость между общей заболеваемостью органов дыхания  $V_{од}$  на 1000 человек и уровнем загрязнения пылью, CO, NO<sub>2</sub> и SO<sub>2</sub>:

$$V_{од} = 162,2 + 22,4x_1 + 22,9x_2 + 102,4x_3 + 140,5x_4$$

где  $x_1$  – среднегодовая концентрация пыли, мг/м;  $x_2$  – среднегодовая концентрация CO, мг/м;  $x_3$  – среднегодовая концентрация SO<sub>2</sub>, мг/м;  $x_4$  – среднегодовая концентрация NO<sub>2</sub>, мг/м;

Зная среднегодовые концентрации загрязнителей (таблица), рассчитан прогноз уровня заболеваемости для населения Архангельской области.

Концентрация загрязняющих веществ по Архангельской области в 2020 году

Загрязнитель	Среднегодовая концентрация (мг/м <sup>3</sup> )
Пыль	0,084
СО	1,0
SO <sub>2</sub>	0,035
NO <sub>2</sub>	0,020

Общая заболеваемость органов дыхания составляет:

$$V_{\text{од}} = 162,2 + 22,4 \times 0,084 + 22,9 \times 1,0 + 102,4 \times 0,035 + 140,5 \times 0,020 = 193$$

Наши расчеты показали, что уровень заболеваемости органов дыхания у населения Архангельской области в прогнозном периоде составит 193 на 1000 человек, при том, что на сегодняшний день эти цифры равны 468,9 человека на 1000.

Так, улучшение состояние атмосферного воздуха благоприятного сказывается на общей заболеваемости органов дыхания населения Архангельской области в прогнозном периоде.

#### Список литературы

1. Доклад «Состояние и охрана окружающей среды Архангельской области за 2018 год». – Архангельск: Министерство природных ресурсов и лесопромышленного комплекса Архангельской области, 2019. – 454 с.

2. Доклад «Состояние и охрана окружающей среды Архангельской области за 2019 год». – Архангельск: Министерство природных ресурсов и лесопромышленного комплекса Архангельской области, 2020. – 482 с.

3. Доклад «Состояние и охрана окружающей среды Архангельской области за 2020 год». – Архангельск: САФУ, 2021. – 478 с.

### РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО УТИЛИЗАЦИИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ МН «АЗНАКАЕВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ»

Студент гр. И340691/01 Г.Р. Минегулова,  
Научный руководитель А.А. Маслова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

**Аннотация.** В статье представлены предложения по разработке мероприятий по утилизации нефтесодержащих отходов МН «Азнакаевское месторождение». Описаны современные и экологичные методы обращения с буровыми шламами на основе РУО: закачивание в скважину (реинджекшен) и обработка и утилизация. Представлены схема скважины наклонного бурения и технология реинджекшен.

В системе утилизации отходов на объектах УТТ НГДУ «Азнакаевнефть», несмотря на принятые природоохранные мероприятия, отмечаются экологические риски, связанные с поступлением загрязняющих веществ в компоненты окружающей среды: атмосферный воздух, водные объекты и на поверхность почвенного покрова.

В настоящее время к современным и экологичным методам обращения с буровыми шламами на основе РУО можно отнести:

- закачивание в скважину (реинджекшен);
- обработку и утилизацию.

Одним из наиболее надежных способов признается закачка шлама в пласт. В настоящее время она применяется в странах Северной и Южной Америки.

Шлам преобразуется в пульпу с определенной вязкостью, которая закачивается в пласт с помощью насоса высокого давления. Технологию можно адаптировать под уже существующие шламовые амбары и полигоны, извлекать шлам непосредственно оттуда для закачки его в скважину.

Применяют два способа закачки шлама в пласт:

- кольцевая закачка (Annular injection);
- использование специальных скважин для промысловых отходов.

В процессе кольцевой закачки шлам попадает в определенный пласт через пространство между обсадными трубами в нефтяных или газовых скважинах. В нижней части внешней обсадной трубы шлам проникает в пласт. При использовании скважины для промысловых отходов шлам закачивается в пласт под давлением с использованием насосно-компрессорных труб ниже обсадной колонны или в перфорированную секцию, созданную специально для закачки шлама в интервалах принимающего пласта».

Для оценки условий взаимодействия работы нагнетательной скважины и гидродинамической системы целесообразно произвести исследование геологического пространства на территории, где уже осуществляется добыча.

Применение названных методов требует комплексного подхода к проекту. Этот подход включает первоначальный сбор геологических данных, данных каротажа, построение геологических моделей, определение потенциальных горизонтов для закачки шлама в пласт, определение давления закачки, прогнозирование сопряженных с этим риском [1].

Важнейшее значение при определении рисков имеет структура выбранного пласта в около скважинном пространстве, наличие в нем возможных окон перетока, связанных с разрывами пласта, локальных пликативных нарушений, обуславливающих неравномерное распределение внутрислоевого давления, формирование концентраторов напряжений, увеличивающих вероятность разрушения пласта и неконтролируемого перемещения закачиваемых отходов [2].

При определении местоположения новых скважин учет характеристики потока отходов позволяет наметить меры по недопущению в процессе бурения выхода этих отходов за пределы пласта закачки, загрязнения водоносных горизонтов или земной поверхности.

Один из методов исследования, которые определяют возможность использования данного способа утилизации – морфоструктурный анализ

геологического пространства. При этом один из приемов его исследования – метод изучения структурной анизотропии, который позволяет проанализировать наличие неоднородностей пространства около скважины, используемой для закачки.

При деформации пласта неизбежно изменяются его внутренние свойства и, прежде всего, степень его проницаемости в направлениях максимальной и минимальной изменчивости. Это может оказывать влияние на характер движения внутри пласта закачиваемых отходов. Определение предполагаемого направления движения закачиваемых в скважину промышленных отходов, а также скорости их перемещения имеет большое значение при оценке экологических рисков, связанных с буровыми и промышленными работами на нефтегазовых месторождениях Азнакаева.

На рисунке 1 приведено изображение анизотропии около скважинного пространства в пределах месторождения Азнакаев (Зап. Сибирь).

При этом на нормативном уровне закреплен ряд условий применения обратной закачки. Документом «Правила охраны вод от загрязнения при бурении скважин на морских нефтегазовых месторождениях РД 153 – 39 – 031 – 98» допускается закачивание отходов бурения в поглощающие горизонты при отсутствии возможности использования других методов.

Целесообразнее использовать метод наклонного бурения, при отсутствии эксплуатируемой скважины, поскольку данный способ позволяет направить поток в сторону уклона водонапорных слоев.

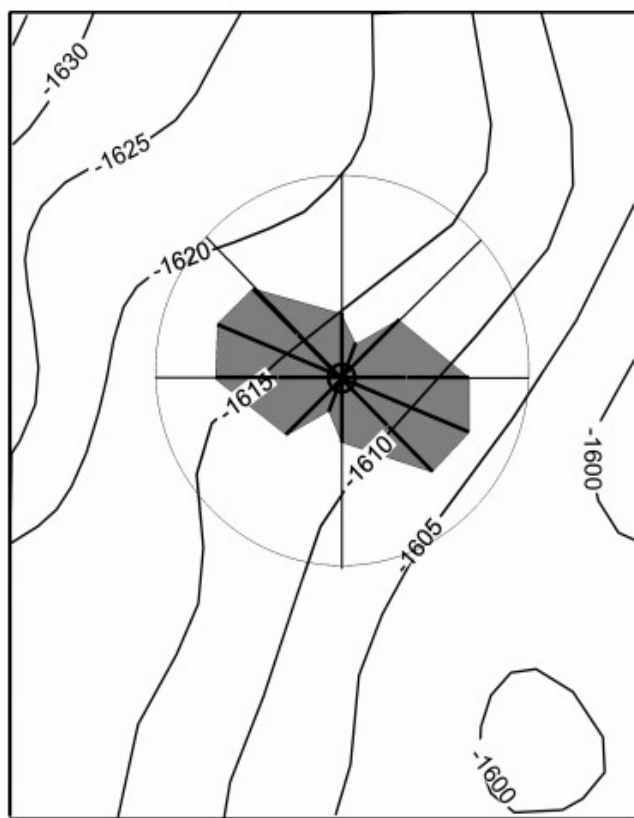


Рис. 1. Анизотропия около скважинного пространства в пределах месторождения Азнакаев (Зап. Сибирь)

Схема скважины наклонного бурения приведена на рисунке 2.

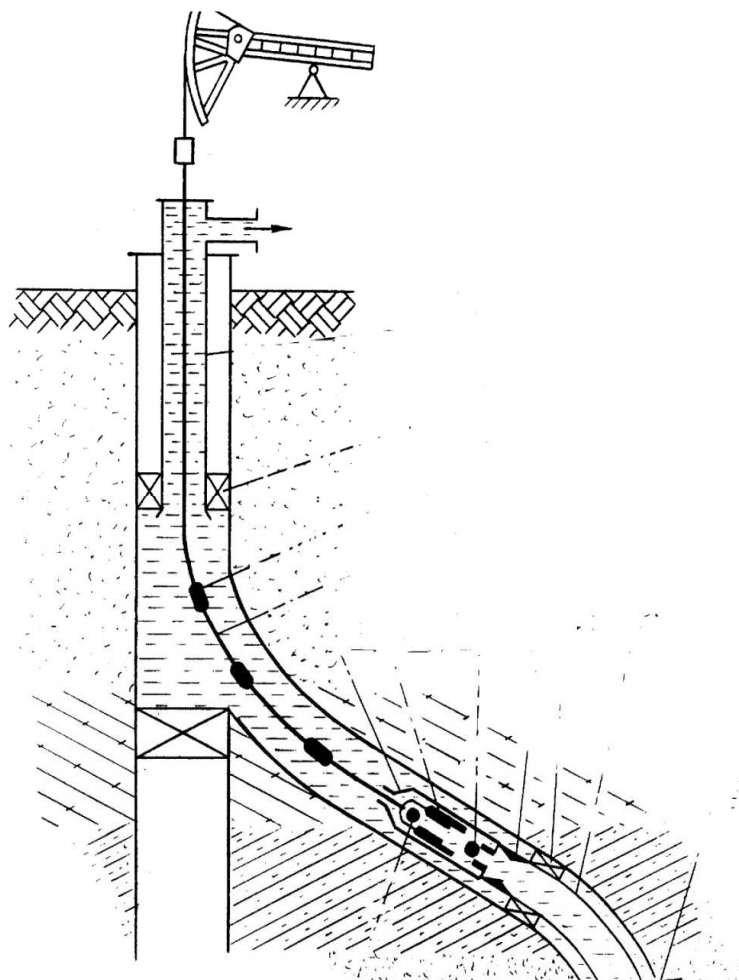


Рис. 2. Схема скважины наклонного бурения

Для реализации технологии закачки диспергированного избыточного бурового раствора и бурового шлама в поглощающие пласты необходимо соблюдение следующих условий:

- наличие хорошо проницаемых поглощающих горизонтов (пески, песчаники, известняки и др.);
- наличие непроницаемых экранов, обеспечивающих изоляцию поглощающего горизонта сверху и снизу от продуктивных горизонтов и придонных слоев морской воды в границах зоны избыточных пластовых давлений (регрессий), создаваемых нагнетанием;
- придание закачиваемой пульпе необходимой дисперсности твердых включений;
- контроль сейсмичности промыслового района.

При уровне сейсмичности промыслового района, достигающей 7 баллов (по шкале Рихтера), закачка отходов в подземные горизонты запрещается [2].

На рисунке 3 изображена технология «реинджекшен».

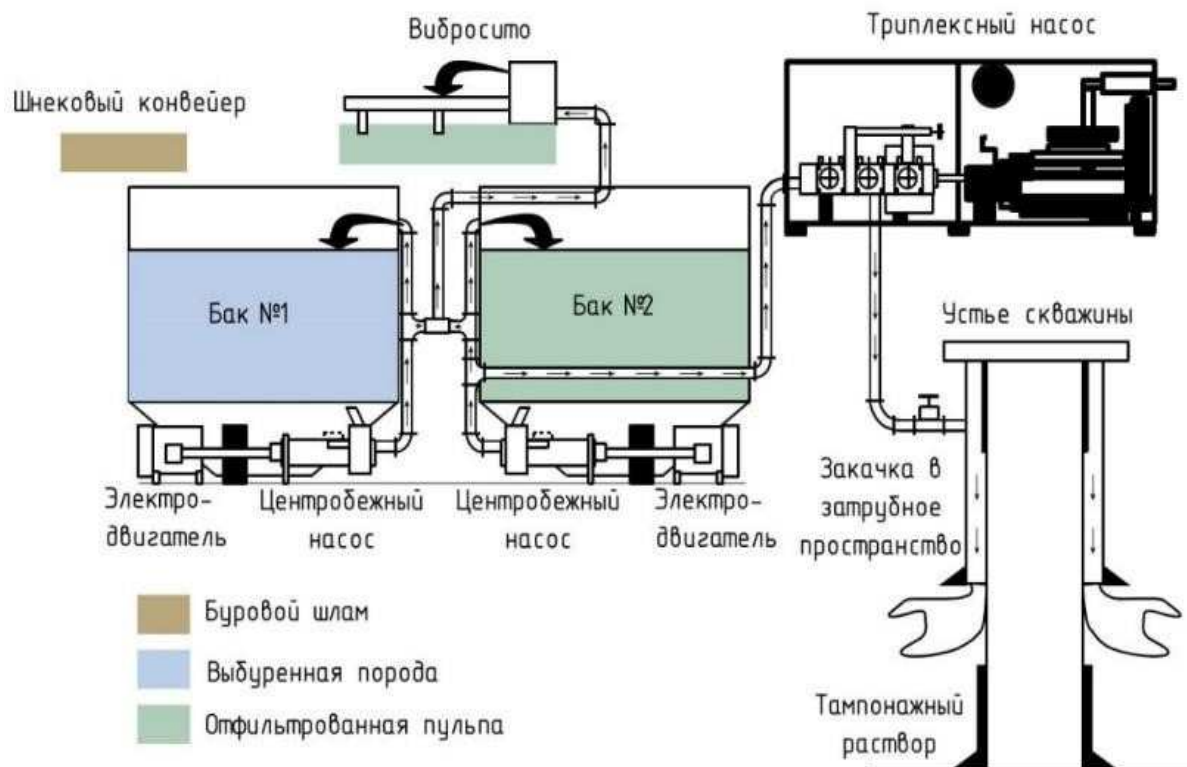


Рис. 3. Технология «реинджекшен»

Закачке в поглощающий пласт подлежат:

- буровой шлам;
- отработанный буровой раствор, который невозможно использовать в технологическом процессе после обработки;
- буровые сточные воды;
- затвердевший цемент.

Технологический процесс обратной закачки бурового шлама в пласт предусматривает сбор твердой фазы и отходов при помощи специализированного оборудования, которое сортирует отходы, а затем измельчает, смешивает и доводит их до состояния устойчивой пульпы, пригодной для закачки в пласт. Сформированная пульпа с применением гидроразрыва закачивается в подземный горизонт, который предварительно был изучен и признан пригодным для постоянного изолированного хранения отходов. Подходящий для закачки пласт – это такой пласт, из которого закачанные отходы не смогут мигрировать в другие интервалы, и который защитит соседние пласты от попадания в них отходов.

Для применения технологии «реинджекшен» предлагается установить оборудование фирмы M-I SWACO Schlumberger (Германия) [3].

Комплект оборудования состоит из транспортирующего аппарата, блока формирования пульпы, нагнетательных насосов высокого давления, и аппаратуры для контроля. Блок анализа обратной закачки шлама, установленный на рамном основании, регистрирует данные давления нагнетания, плотность и объем в режиме реального времени. Все оборудование и процессы эксплуатируются высококвалифицированными специалистами, которые прошли интенсивное обучение в специализированных центрах подготовки специалистов по обратной закачке шлама, расположенных в разных странах мира.



Благодаря выбранному способу утилизации отходов исключается возможность загрязнения окружающей среды, что позволит компании добиться высочайшего уровня экологической безопасности при обращении с отходами бурения» [4].

Основные изменения фильтрационных свойств происходят в призабойной зоне поглощающей скважины. Размеры трещины как по высоте, так и по длине соответствуют проектным и позволяют обеспечить требуемый объем закачки шламовых отходов.

### Список литературы

1. *An Introduction to Slurry Injection Technology for Disposal of Drilling Wastes / Brochure prepared by Argonne National Laboratory for the U. S. Department of Energy, Office of Fossil Energy, National Petroleum Technology Office. – September, 2003.*
2. *BP p.l.c Statistical Review of World oil Energy 2019. 68th edition. UK: Pureprint Group Limited, 2019. – 61 p.*
3. *Caenn R., Darley H.C.H., Gray R.G. Chapter 14 – Drilling and Drilling Fluids Waste Management. – Composition and Properties of Drilling and Completion Fluids (Seventh Edition). Cambridge: Gulf Professional Publishing. – 2017. – P. 597 – 636.*
4. *Hudgins Jr. C.M. Chemical use in North Sea oil and gas E&P // J Pet Technol. 1994. – V. 46 (01). – P. 67-74.*

## СПОСОБ УТИЛИЗАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННОГО ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА

Студент гр. И340691/01 Г.Р. Минегулова,  
Научный руководитель А.А. Маслова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

**Аннотация.** В статье представлен способ утилизации нефтезагрязненного почвенного покрова путем внесения культур нефтеокисляющих микроорганизмов в почву. Данный способ оправдан, если естественная нефтеокисляющая микрофлора бедна по видовому составу и не может быть стимулирована описанными выше приемами. Решение о целесообразности внесения микроорганизмов принимается после исследования почв на активность содержащейся в ней нефтеокисляющей микрофлоры.

В условиях таежной зоны в качестве мероприятий, ускоряющих микробиологическое очищение почв и восстановление первоначальных функций экосистем, являются: фрезерование почвы, создание искусственного микрорельефа на переувлажненных участках, внесение минеральных удобрений и извести, внесение торфа на бедных гумусом минеральных почвах, внесение нефтеокисляющих микроорганизмов, высеивание трав – мелиорантов.

При концентрациях более 200 г/кг в минеральных и более 400 г/кг в торфяных почвах нефть является сильным консервантом, резко ухудшает кислородный режим и агрегатную структуру почв. Поэтому рекультивацию замазученных земель методом микробиологического разложения следует начинать только после сбора свободной нефти и уменьшения механическими способами ее содержания в почве ниже уровня 20 кг/м<sup>2</sup> [1].

Фрезерование почвы решает одновременно несколько задач: резко снижает концентрацию нефти в верхних слоях почвы путем разбавления более чистым грунтом из нижних горизонтов, увеличивает поверхность соприкосновения остаточных нефтепродуктов с: биологически активной средой, улучшает водно – воздушный режим почв, позволяет распределить равномерно по пахотному слою почвы вносимые минеральные удобрения и известь. С экологической точки зрения глубина фрезерования выбирается пропорционально уровню загрязнения. Максимальная глубина (30 см) принимается для уровня загрязнения 20 кг/м<sup>2</sup>. С уменьшением уровня загрязнения пропорционально снижается и глубина перемешивания почвы.

Внесение минеральных удобрений предполагает обеспечение нефтеокисляющих микроорганизмов и трав – мелиорантов усвояемыми формами азота, фосфора, калия и требуется практически на всех почвах таежной зоны».

Потенциальная потребность в минеральных удобрениях (без учета повторной утилизации при отмирании микрофлоры), оптимальное соотношение азотных, фосфорных и калийных удобрений определяется на основе потребности углеводородокисляющих микроорганизмов при утилизации конкретного размера углеводородного загрязнения (С) с учетом фракционного состава остаточных нефтепродуктов почвы (таблица).

Оптимальное соотношение элементов минерального питания к единице углеводородного загрязнения (С: N: P: K)

Давность загрязнения	Механический состав почв	
	Пески, супеси, суглинки	Торфяники
Свежие (менее 2 лет) разливы, смесь легких и тяжелых фракций	1:0,008:0,004:0,002	1:0,002:0,003:0,002
Разливы нефти давностью более 2 лет, преобладают тяжелые фракции	1:0,02:0,01:0,005	1:0,004:0,004:0,002

Реальные дозировки удобрений определяются многими факторами: типом почв, обеспеченностью их усвояемыми формами азота, фосфора, калия, уровнем нефтяного загрязнения, степенью увлажнения, интенсивностью водообмена в почве, способом и глубиной механической обработки почвы, комплексами микроорганизмов, участвующими в разложении нефти, применяемыми фитомелиорантами и др.

Учитывая низкую обеспеченность лесных и болотных почв доступными формами азота, фосфора и калия, основной объем удобрений планируется на

первое внесение и приурочен к фрезерованию почвы. Фрезерная заделка обеспечивает более равномерное распределение элементов питания в загрязненных слоях почвы, более легкую адаптацию к удобрениям почвенной микрофлоры [2].

Внесение культур нефтеокисляющих микроорганизмов в почву оправдано, если естественная нефтеокисляющая микрофлора бедна по видовому составу и не может быть стимулирована описанными выше приемами. Решение о целесообразности внесения микроорганизмов принимается после исследования почв на активность содержащейся в ней нефтеокисляющей микрофлоры с помощью простейшей методики, предложенной В.И. Вавер.

Из промышленных культур нефтеокисляющих микроорганизмов неплохо себя зарекомендовали «Путидойл», «Деваройл», «Биоприн», «Лидер», «Валентис» и др. Целесообразно также применение ферментных препаратов типа «Белвитамил», не содержащих живых клеток, но сохранивших неповрежденные фрагменты ферментных систем углеводородокисляющих микроорганизмов.

### Список литературы

1. Сайт ООО «Азнакаев». [Электронный ресурс]: URL: <https://www.rosneft.ru>. (дата обращения: 11.02.2022).

2. Третьякова М.О. Проблема обращения с буровыми илами при использовании углеводородных буровых растворов / М.О. Третьякова, А.И. Агошков // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2019. – № 4. – С. 6-24.

## ВОЗДЕЙСТВИЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО УЧАСТКА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Студент гр. 320681 А.М. Бочарова,  
Научный руководитель А.А. Маслова  
Тульский государственный университет  
г. Тула

*Аннотация.* В статье рассматривается и анализируется вредное воздействие гальванического производства на окружающую среду, т.к. в данных цехах используются химические вещества, подавляющее большинство которых являются вредными и (или) опасными для здоровья.

Из-за наличия химически активной среды и особой сырости, по опасности поражений электрическим током гальванические цеха относят к особо опасным помещениям.

Выделение загрязняющих веществ в воздух рабочей зоны, а после и в атмосферу, в гальваническом производстве происходит в процессе контакта поверхности детали с раствором щелочи [1].

Для увеличения коррозионной стойкости, увеличения срока службы деталей применяются следующие покрытия:

- медь-никель-хром;
- цинковое;
- анодирование алюминия;
- оксидирование стали;
- электрохимическое полирование стали.

Требуется усовершенствование способа переработки отработанных кислых растворов гальванических производств [2].

Предлагается изобретение, которое относится к области обезвреживания отходов гальванического производства, содержащих тяжелые металлы, отходов горнодобывающих предприятий, в частности отхода производства доломита – доломитовой пыли, и может быть использовано для утилизации и безотходной переработки отходов и сточных вод цехов машиностроительных, приборостроительных предприятий и др.

Для переработки таких отходов преимущественно используют реагентные методы, выделяя тяжелые металлы путем осаждения гидроксидов этих металлов в щелочной среде, создавая ее с помощью различных щелочных реагентов.

В результате применения данного способа переработки отработанных кислых растворов гальванического производства получают минеральные пигменты, а фильтрат, содержащий хлориды и сульфаты магния, в дальнейшем возможно использовать в качестве затворяющей жидкости для производства бетонов.

На рис. 1 приведена технологическая схема способа переработки отработанных кислых растворов гальванических производств.

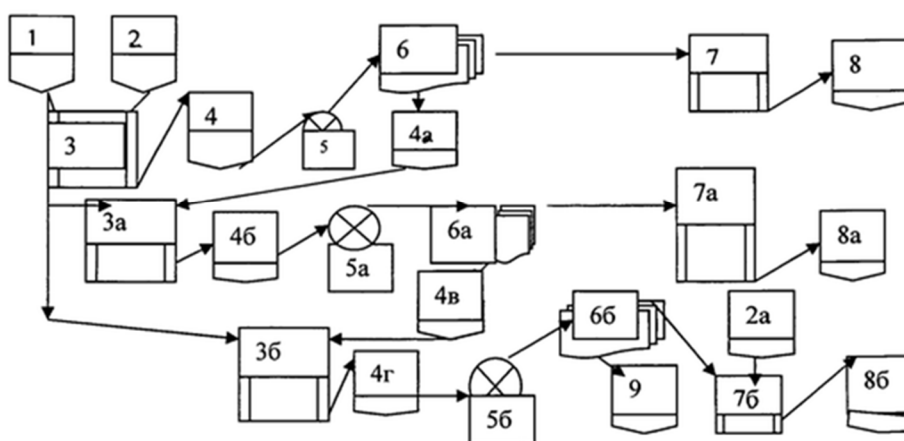


Рис. 1. Технологическая схема

Технологическая схема способа переработки отработанных кислых растворов гальванических производств включает: 1 – бункер с дозатором доломитовой пыли; 2 – емкость с дозатором отработанного раствора, 2а – емкость отработанного раствора силумина; 3, 3а, 3б и 4в – реакторы, оборудованные паровой рубашкой и мешалкой; 4, 4а, 4б, 4в и 4г – промежуточные емкости; 5, 5а

и 5б – насосы для перекачки растворов; 6, 6а и 6б – вакуум-фильтры; 7, 7а и 7б – комбинированные сушилки «кипящего слоя», 8 – бункер оксида меди; 8а – бункер оксида никеля; 8б – бункер железо-оксидного пигмента, 9 – емкость смеси растворов хлорида и сульфата магния [3].

Применение предлагаемого способа, в отличие от прототипа дает возможность не только эффективно переработать отходы гальванических производств, но и отход производства доломита, получать ценные технические продукты и утилизировать все токсичные отходы производств.

### Список литературы

1. Белов С.В. *Охрана окружающей среды. Учебник для технических специальных вузов* / С.В. Белов, Ф.А. Барбинов, А.Ф. Козьяков. – М.: Высшая школа, 1991. – 319 с.
2. ГН 2.2.5.3532-18 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны».
3. Патент РФ RU 2 690 328 C1, 2019, <https://patenton.ru/patent/RU2690328C1>

## МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Студент гр. 340611/01 А.А. Голотяк,  
Научный руководитель В.М. Панарин  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Водные массивы являются ценнейшими природными ресурсами. Они играют исключительную роль в процессах обмена веществ, составляющих основу жизни. Дефицит чистой питьевой воды уже сейчас становится проблемой мирового масштаба. Все более возрастающие потребности в промышленности и в сельском хозяйстве водных ресурсов заставляют все страны, ученых всего мира искать разнообразные средства для решения этой проблемы.

На современном этапе определяются такие направления рационального использования водных ресурсов: более полное использование и расширенное воспроизводство ресурсов пресных вод; разработка новых технологических процессов, позволяющих предотвратить загрязнение водоемов или уменьшить восприятие на них, и свести к минимуму потребление свежей воды в промышленных целях. Под мониторингом водных объектов понимается система постоянного и комплексного отслеживания состояния водных ресурсов, контроля, учета и анализа количественных и качественных характеристик во времени, взаимообусловленного воздействия и изменения потребительских свойств, а также система прогноза сохранения, развития и размещения в разных режимах использования. Государственный мониторинг водных объектов и ресурсов

включает поверхностные воды суши, морей, водохозяйственные системы, сооружения и часть подводных вод. Объектом мониторинга окружающей среды является оценка ее уровня загрязнения как необходимого условия для принятия научно обоснованных мер об эффективности природоохранных решений [1,2].

Для эффективного мониторинга качества водных объектов, включая мониторинг зон высокого экологического риска, в международной практике используются достаточно сложные технические системы, многопараметрические полевые технологии, автоматические измерительные комплексы стационарного и мобильного базирования и т.п. Одновременно используются методы контактного взаимодействия, при реализации которых осуществляется непосредственный физический контакт измерительного устройства и взаимодействующего водного объекта в естественном состоянии.

Основными зонами повышенного экологического риска являются зоны, связанные с возможными разливами нефти и нефтепродуктов. Для таких ситуаций необходимо предусматривать специализированные комплексы мониторинга, осуществляющую наблюдение в этих зонах, а также наблюдение в аварийный и поставарийный периоды, причем непрерывное, которое уместно осуществлять в автоматическом режиме [3].

Рациональное использование водных ресурсов на сегодняшний день представляет собой крайне важную проблему. Это прежде всего охрана водных объектов от загрязнения, а так как промышленные стоки занимают высокое место по объёму и ущербу, который они наносят, поэтому необходимо решать проблему сброса их в реки. В частности, следует ограничить сбросов переработанной воды в водоёмы, а также усовершенствование технологий производства, очистки и утилизации [4].

Также важным аспектом является взимание платы за сброс сточных вод и загрязняющих веществ и перечисление взимаемых средств на разработку новых технологий и сооружений по очистке и анализу.

Необходимо снижать размер платы за загрязнения окружающей среды предприятиям с непосредственно малыми выбросами и сбросами, что в дальнейшем будет служить приоритетом для поддержания минимального объема сброса или его уменьшения. По всей видимости, пути решения проблемы загрязнения водных ресурсов на территории России лежат, прежде всего, в области разработки и реализации развитой законодательной базы, которая позволила бы реально защищать окружающую среду от вредного воздействия, а также изыскании путей реализации этих законов на практике.

### **Список литературы**

1. Израэль Ю.А. *Экология и контроль состояния природной среды* / Ю.А. Израэль. – Л.: Гидрометеиздат, 1984.
2. Мазуркин П.М. *Статистическая экология* / П.М. Мазуркин: учебное пособие. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2004. – 308 с.
3. *Мониторинг и методы контроля окружающей среды* / Под ред. Афанасьева Ю.А. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2001.

4. Сибгатуллина А.М. Мазуркин, П. М. Динамика загрязненности речной воды / А.М. Сибгатуллина, П.М. Мазуркин // Экология и промышленность России. – № 2. – 2009. – С. 48-52.

## СИСТЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Студент гр. 340601/02 О.В. Гришакова,  
Научный руководитель В.М. Панарин  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

***Аннотация.** Статья посвящена разработке системы мониторинга атмосферного воздуха, предназначенной для лабораторных работ. На данный момент на территории Российской Федерации система более чем актуальна, так как включает в себя функцию мониторинга черного углерода и мелкодисперсных частиц PM10 и PM2.5, мониторинг содержания которых ещё не включает в себя Российская система мониторинга атмосферного воздуха.*

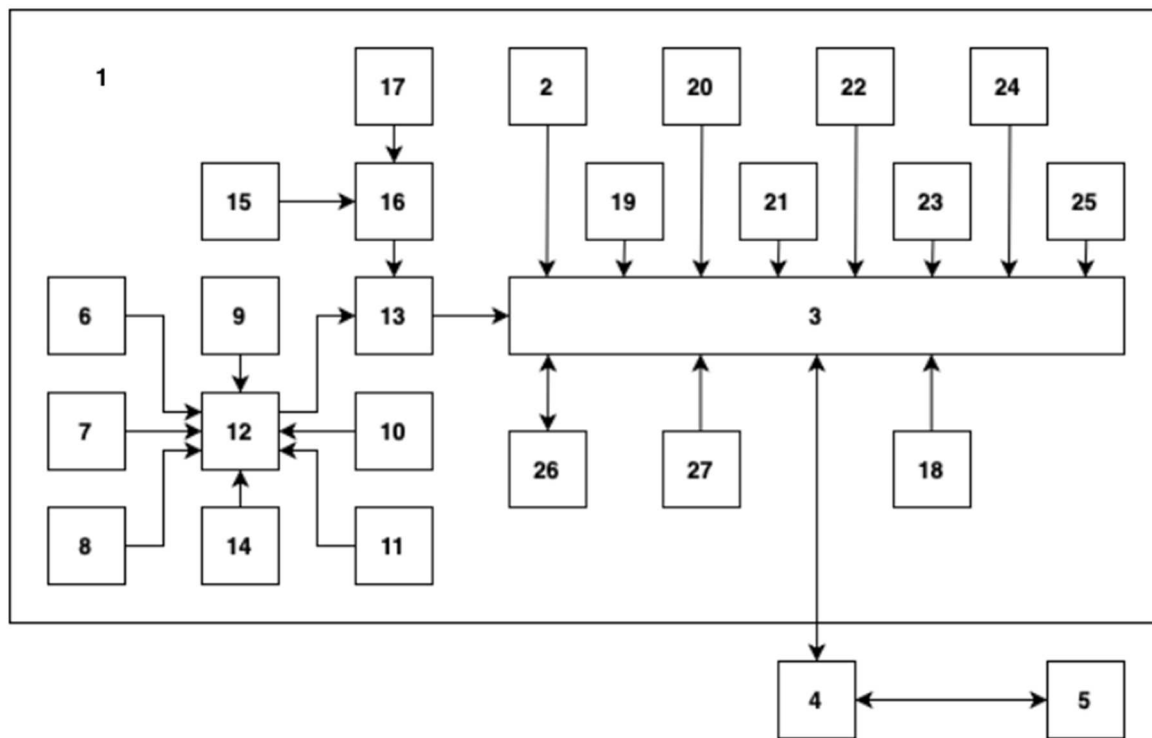
Система предназначена для повышения качества контроля загрязнения атмосферного воздуха за счет разработки доступного устройства мониторинга, предназначенного для использования в школах при проведении лабораторных работ, позволяющего не только приучить школьников к пониманию и ответственности за окружающую среду, но и за счет географически распределенного положения школ построить актуальную карту загрязнения PM10 и PM2.5, CO<sub>2</sub> CO, SO<sub>2</sub> [1].

Российская система мониторинга атмосферного воздуха в отличие от ряда зарубежных стран в настоящее время не включает мониторинг содержания в атмосферном воздухе так называемого «черного углерода» – продукта неполного сгорания топлива. «Черный углерод» опасен для здоровья людей, кроме того, с ним связывают влияние на региональный климат (оценки этого влияния существенно разнятся), так что «черный углерод» занимает достаточно заметное место в международной климатической повестке [2,3].

На территории Тулы и региона отсутствует мониторинг не только черного углерода, но и мелкодисперсных частиц PM2,5 и PM10. Именно в состав PM2,5 входит черный углерод. Данная разработка актуальна как в Тульской области, так и по всей стране.

Работает система экологического мониторинга атмосферного воздуха следующим образом, датчик 15 относительной влажности воздуха получает значения, превышающие установленные значения в опорном датчике 17 влажности атмосферного воздуха, срабатывает индикатор 16 влажности и, если в этот же момент значения полученные 3 парами датчиков 6-11 трехкоординатного ультразвукового анемометра так же совпадают с данными, заданными опорным датчиком 14 скорости ветра, срабатывает

индикатор 12 скорости ветра, то сразу же срабатывает индикатор 13 жидкой фазы оксида серы (SO<sub>2</sub>), после чего сигнал поступает в микроконтроллер 3, из него в антенну 4 для передачи данных по Wi-Fi, которая, в свою очередь, передает данные на ЭВМ 5 (рисунок). Таким образом становится заранее известна вероятность кислотных дождей. Если в данный момент предполагаемое устройство не имеет доступа к сети Wi-Fi, то данные сначала записывают на локальное запоминающее устройство 26 и передают через микроконтроллер 3 и Wi-Fi антенны 4 на ЭВМ 5, как только появляется доступ к сети Wi-Fi.



Блок-схема системы экологического мониторинга атмосферного воздуха

Датчик 2 температуры воздуха, датчик 19 атмосферного давления, датчик 21 частиц PM 2,5, датчик 22 частиц PM 10, датчик 23 оксида серы (SO<sub>2</sub>), датчик 24 монооксида углерода (CO), датчик 25 диоксида углерода (CO<sub>2</sub>), индикатор 20 газовой фазы оксида серы (SO<sub>2</sub>) и GPS метка 27 передают данные в микроконтроллер 3, который передает данные на локальное запоминающее устройство 26, после чего обратно в микроконтроллер 3, и через Wi-Fi антенны 4 на ЭВМ 5, что даёт нам данные о загрязнении атмосферного воздуха самыми распространенными вредными веществами в конкретном месте.

### Список литературы

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 08.02.2022 № 133 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы в области экологического развития Российской Федерации и климатических изменений на 2021 - 2030 годы».

2. Панарин В.М. Мелкодисперсные частицы PM2.5 / В.М. Панарин, К.В. Гришаков, О.В. Гришакова, А.А. Маслова, А.С. Корольков, А.В. Архипов // Приоритетные направления развития науки и технологий: доклады



*XXX международной науч.-практич. конф.; под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Инновационные технологии, 2022 – 234 с. – С. 42-43*

*3. Афанасьев Ю.А. Мониторинг и методы контроля окружающей среды: учеб. пособие. Часть 1. Общая / Ю.А. Афанасьев, С.А. Фомин. – М.: Изд-во МНЭПУ, 1998. – 208 с.*

## **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Студент гр. 340611/02 Е.В. Сергеева,  
Научный руководитель А.А. Маслова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

***Аннотация.** Промышленный комплекс по интенсивности воздействия на окружающую среду занимает ведущее место. Главными причинами этого первенства являются: несовершенные технологии производства, чрезмерная концентрация – как территориальная, так и в пределах одного предприятия, отсутствие надежных природоохранных сооружений.*

Несовершенство современных технологий не позволяет полностью перерабатывать минеральное сырье. Большая часть этого сырья возвращается в природу в виде отходов. Готовая продукция составляет 1-2 % от используемого сырья, а остальные возвращаются в виде отходов в биосферу, загрязняя ее [1].

По степени и характеру воздействия таких показателей как объемы промышленных отходов, выделяют, кроме топливно-энергетических, металлургических, химико-лесных, строительных также машиностроительные комплексы. Среди всех отходов привлекает внимание большое поступление в атмосферу выбросов газообразного диоксида серы – одного из вредных загрязняющих веществ промышленного происхождения, который в условиях атмосферы превращается в кислоту и служит причиной возникновения кислотных дождей.

Машиностроительные предприятия являются основными источниками загрязнения окружающей среды. По технике оснащения и обновлению устаревшего низкоэффективного оборудования нефтяное машиностроение в настоящее время является наиболее отсталой отраслью. Нефтепромысловое и буровое оборудование работает в чрезвычайно тяжелых условиях, осложняемых действием на исполнительные механизмы высоких статических, динамических, знакопеременных нагрузок, присутствием абразива и агрессивной жидкости под высоким давлением. Для работы в таких условиях необходимо создавать или выбирать из числа имеющихся стали и конструкционные материалы с учетом всего перечня факторов, негативно влияющих на статическую, длительную прочность, износостойкость и коррозионную стойкость рабочих поверхностей машин и инструмента [2].

## Список литературы

1. Голицын А.Н. Основы промышленной экологии / А.Н. Голицын. – М.: Academia, 2007. – 240 с.
2. Калыгин В.Г. Промышленная экология / В.Г. Калыгин. – М.: Academia, 2007. – 431 с.

## ВОЗДЕЙСТВИЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Студент гр. 320681 С.Ю. Филатова,  
Научный руководитель А.В. Волков  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В данной статье предлагается автоматизированное устройство для очистки промышленных стоков, направленное на очистку технических промывных вод от органических соединений, неорганических твердых взвесей. Реализация предложенных мер по внедрению автоматизированного устройства позволит повысить эффективность работы устройства и качества очистки промышленных стоков посредством регулирования параметров работы установки и количества подаваемых реагентов в зависимости от объема и химического состава стоков, поступающих на очистку.

В статье рассматривается вредное воздействие гальванического цеха на окружающую среду.

Гальваническое производство является одним из наиболее опасных источников загрязнения окружающей среды, главным образом поверхностных и подземных водоёмов, ввиду образования большого объёма сточных вод, содержащих вредные примеси тяжёлых металлов, неорганических кислот и щелочей, поверхностно-активных веществ и других высокотоксичных соединений, а также большого количества твёрдых отходов, особенно от реагентного способа обезвреживания сточных вод, содержащих тяжёлые металлы в малорастворимой форме.

По проведенному анализу расчетов рассеивания загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы видно, что максимальные приземные концентрации загрязняющих веществ превысили максимально разовые предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ.

Требуется усовершенствование контроля системы отслеживания параметров производственной среды.

Изобретение относится к устройствам очистки промышленных стоков способом электрохимической обработки воды, а именно электрокоагуляцией специально приготовленной дисперсии, и может быть использовано для очистки технических промывных вод от органических соединений, неорганических

твердых взвесей, солей тяжелых металлов на предприятиях электронной, приборостроительной промышленности, а также на производствах, имеющих в своем составе гальванические цеха и участки.

Таким образом, автоматизированное устройство для очистки промышленных стоков обеспечивает повышение эффективной работы устройства и качества очистки промышленных стоков посредством регулирования параметров работы установки и количества подаваемых реагентов в зависимости от объема и химического состава стоков, поступающих на очистку.

### Список литературы

1. *«Удельные показатели образования вредных веществ, выделяющихся в атмосферу от основных видов технологического оборудования для предприятий радиоэлектронного комплекса»*, Санкт-Петербург, ООО «ЭВИОН», 2008 г.

2. Манина Л.К., Давиденко В.А. *Снижение негативного воздействия на атмосферный воздух // Механизмы управления экономическими, экологическими и социальными процессами в условиях инновационного развития. Сборник материалов IV Международной научно-практической конференции.* – Алчевск, Издательство: Донбасский государственный технический университет, 2018. – С. 95

3. ГН 2.2.5.3532-18 *«Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны».*

## ВОЗДЕЙСТВИЕ МЕХАНОСБОРОЧНОГО ЦЕХА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Студент гр. 320681 С.А. Шахов,  
Научный руководитель М.В. Ларина  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Загрязнение атмосферы твердыми и газообразными веществами в настоящее время актуально. Расположенное в центре города промышленное предприятие оказывает непосредственное влияние на атмосферный воздух. Предлагается изобретение «Рукавный фильтр для очистки содержащих пыль газов и инжекционное сопло для указанного рукавного фильтра», Изобретение относится к рукавному фильтру для очистки содержащих пыль газов с корпусом, который имеющим отверстия рукавным дном разделен на сторону очищенного газа и сторону неочищенного газа.

Современное механическое производство занимает одно из лидирующих мест среди загрязнителей воздуха рабочей зоны. К механической обработке металлов относятся процессы очищения, резания и абразивной обработки (фрезерование, шлифование, сверление, полирование и т.д.). Характерной особенностью процессов механической обработки является образование отходов в виде твердых частиц (промышленной частиц). Источниками образования и

выделения загрязняющих атмосферу веществ являются различные металлорежущие и абразивные станки [1-2].

По уровню загрязнения окружающей среды районы механосборочного цеха сопоставимы с такими крупнейшими источниками экологической опасности, как механическое производство.

Воздействие механосборочного цеха на окружающую среду имеет три направления:

- выбросы вредных веществ в атмосферный воздух вытяжной вентиляцией;
- образование сточных вод, содержащих СОЖ и отработанные жидкости;
- образование твердых отходов.

Выбросы из механических цехов загрязнены различными видами металлической и кварцевой пыли, поступающими в систему местной вентиляции от станков, они обладают вредным, канцерогенным и аллергенным действием [3].

По проведенному анализу расчетов рассеивания загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы видно, что максимальные приземные концентрации загрязняющих веществ превысили максимально разовые предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ.

Следует усовершенствовать устройства отчистки газообразных выбросов, установив рукавный фильтр

Техническим результатом является повышение эффективности очистки содержащих пыль газов [4].

Для достижения указанного технического результата предлагается установить такой рукавный фильтр в отверстиях рукавного дна которого фильтрующие рукава устанавливаются в вертикальном или горизонтальном направлении и соответствующим образом уплотняются, чтобы никакой содержащий пыль газ из стороны неочищенного газа не мог проникнуть не профильтрованным в сторону очищенного газа [5].

### **Список литературы**

1. Вентиляция механических цехов – нормы, оборудование и расчеты <https://rsvgroup.ru/ventilyatsiya/mehanicheskikh-tsehov.html?>

2. ГН 2.2.5.3532-18 "Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны

3. «Методика расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу при нанесении лакокрасочных материалов (на основе удельных показателей)», Санкт- Петербург, 2015 г.

4. Патент RU 2 592 802 С2, МПКВ01D 46/02 Опубликовано: 2016.07.27

5. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

## ОТХОДЫ БУРЕНИЯ НЕФТЕГАЗОВЫХ СКВАЖИН И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ

С.Б. Ярусова<sup>1,2</sup>, А.В. Сковпень<sup>2</sup>, П.С. Гордиенко<sup>1</sup>, И.В. Малышев<sup>1</sup>,  
А.В. Козин<sup>3</sup>, И.А. Балахнин<sup>2</sup>

Студент: гр. МЭП-20 И.А. Балахнин,

Научный руководитель: к.х.н., доцент С.Б. Ярусова

<sup>1</sup> Институт химии Дальневосточного отделения Российской академии наук  
(ИХ ДВО РАН), г. Владивосток

<sup>2</sup> Владивостокский государственный университет экономики и сервиса (ВГУЭС),  
г. Владивосток

<sup>3</sup> Дальневосточный федеральный университет (ДФУ), г. Владивосток

***Аннотация.** В работе приведен краткий обзор современной научно-технической литературы, связанной с технологиями переработки отходов бурения нефтегазовых скважин. Отмечается широкое использование буровых отходов в получении грунтов и различных строительных материалов. Кратко приведены результаты исследований авторов данной работы по возможности применения буровых отходов в качестве наполнителя в бетон.*

Интенсивному развитию нефтегазодобывающей отрасли сопутствует накопление большого числа различных отходов, в том числе, отходов бурения нефтегазовых скважин, отрицательно воздействующих на все компоненты окружающей среды, даже при амбарном хранении. Спектр их негативного воздействия на окружающую среду подробно описан в работе [1]. Главным токсическим агентом в составе буровых шламов считается нефть и ее фракции, которые накапливаются в процессе бурения при их контакте с сырой нефтью. Шламовые амбары с токсичными отходами бурения выводят из оборота огромные площади земель. При строительстве амбаров вырубаются деревья, кустарники, уничтожается надпочвенный покров, происходит отчуждение земель. При нарушении гидроизоляции шламового амбара происходит загрязнение почвы химическими веществами, входящими в состав буровых отходов. При этом в результате миграции загрязняющих веществ возможно загрязнение подземных водоносных горизонтов [2]. Вопросам изучения минералогической и геохимической специфики буровых шламов, определению их токсичности, в том числе, с использованием биотестирования, при помощи современных методов посвящены отдельные работы [3].

В последние годы нефтедобывающими предприятиями в производство внедряются различные технологические решения, направленные на утилизацию отходов бурения, при этом универсального способа их переработки с целью обезвреживания и утилизации не существует. В то же время хранение отходов на объектах временного размещения и на современных полигонах без последующей утилизации сопровождается долговременными эмиссиями загрязняющих веществ и безвозвратной потерей вторичных материальных ресурсов [4].

Среди известных способов обезвреживания буровых шламов (термический, физический, химический, физико-химический, биологический), в особую группу

выделяют термический способ, а также комбинацию химического и термического способов. Комбинация данных методов позволяет произвести обезвреживание бурового шлама и получить полезный продукт; при данном способе удаляется органическая часть бурового шлама, оказывающая негативное влияние на окружающую среду [4, 5].

В научно-технической литературе предлагают различные методы использования отходов бурения.

Авторы [1] предлагают метод переработки буровых шламов с использованием фильтрующих оболочек. Выделено три последовательно сменяемых технологических стадии процесса обработки в фильтрующих оболочках. При равных продолжительностях обработки конечная влажность шлама в контейнере зависит от исходных параметров образцов. Наиболее благоприятным для контейнерной обработки признаны шламы с исходной влажностью  $80-95\pm 2\%$ .

Разработаны технологии получения керамического пропанта (гранулометрического материала для расклинивания пластов, применяемого в нефтепромышленности для повышения нефтеотдачи скважин, разработанных методом гидроразрыва пласта) из бурового шлама [6, 7]. При этом отмечается [8], что использование бурового шлама позволит получить дополнительный источник сырьевых материалов для алюмосиликатных пропантов и сократить количество отходов при сооружении нефтегазовых скважин; минимизировать техногенное воздействие буровых нефтегазовых компаний на окружающую среду, а также сократить расходы на содержание отходов на полигонах, высвободить и вернуть в хозяйственный оборот значительные площади земельных угодий, занимаемые отвалами.

Проводятся исследования по обоснованию и разработке способов утилизации бурового шлама с получением грунтов, с физико-химическими свойствами, соответствующими определенным критериям безопасности для окружающей природной среды, и пригодными для использования, например, для рекультивации земель, строительства внутрипоселковых автомобильных дорог, а также автомобильных дорог и подъездов к площадкам производства буровых работ, для сооружения обваловок, отсыпки оснований кустовых площадок и факельных установок [9-12]. Так, предлагаемая в [11] технология переработки бурового шлама в грунт техногенный (органоминеральную смесь), включающая перемешивание бурового шлама с песком (природный песок, либо песчано-гравийная смесь), вяжущими (портландцемент, либо сульфатостойкий цемент марки 400), сорбентом (глауконит), с 2013 г. успешно реализуется при строительстве дорог на территории Оренбургского района Оренбургской области. При этом снижение затрат составляет 25-30 %.

Анализ литературы показывает, что отходы бурения нефтегазовых скважин могут быть востребованы при производстве различных строительных материалов. Спектр таких материалов достаточно широк: бетоны, цементы, теплоизоляционные композиты, шлакоблоки, тротуарная плитка, бордюрный камень, кирпич, керамзит, буролитовые смеси, фасадная плитка, минераловатные плиты и др. [5, 13-15].

Авторами [13] разработана технология утилизации буровых отходов с применением реагента капсулирования, которая позволяет эффективно обезвреживать нефтесодержащие буровые отходы, а образующийся в результате консолидации капсулированный материал является экологически безопасным и может быть использован в качестве вторичного сырья в дорожном строительстве, а также при прокладке трубопроводов. Разработан состав капсулированного материала с высокой нефтеемкостью для утилизации буровых отходов: технический жир – 7-10 % масс.; негашеная известь – 30-40 % масс.; гаммаксан – 1-2 % масс.; цементная пыль – 40-50 % масс.

В [14] рассматривается вопрос переработки бурового шлама в буролитовую смесь – материал, предназначенный для укрепления откосов дорог, обваловок кустов, отсыпки оснований кустовых площадок и рекультивации шламовых амбаров. Переработка бурового шлама запроектирована непосредственно в шламовых амбарах на территории кустовых площадок и предполагает использование буровых шламов 4-5 класса опасности. Для переработки бурового шлама в буролитовую смесь в определенных пропорциях используют следующие компоненты: буровой шлам; цемент марки 400; песок; карбамидный пеноизол.

В работе [5] изучена возможность утилизации бурового шлама в производстве керамического кирпича. В качестве исходных компонентов использовали сырьевые материалы и промышленные отходы Оренбургской области: буровой шлам Пашийского месторождения с горизонта 3700-3850 м; глинистое сырье из карьера г. Бузулука, которое используется на кирпичном заводе для производства кирпича марки М75. Полученные результаты свидетельствуют о возможности использовать данный буровой шлам в действующей технологии керамического кирпича марки М75, М100 с содержанием в двухкомпонентной шихте бурового шлама до 50 % при температуре обжига до 1100 °С, осуществить утилизацию техногенного сырья и получить обжиговым способом изделия: кирпич, плитка, черепица III класса опасности, что является безопасным для населения.

В работе [16] описан процесс утилизации отработанного бурового отхода реагентным методом путем его смешивания с предварительно гидрофобизированной окисью кальция с добавлением жидкой полимерной добавки в количестве 1 масс.%. Показано, что использование данного бурового шлама в качестве добавки к портландцементу способствует повышению прочности цементного камня при сжатии.

В Институте химии ДВО РАН [17] проведены исследования возможности использования бурового шлама в качестве наполнителя в мелкозернистый бетон. Для исследований выбраны образцы буровых отходов Каменного нефтяного месторождения, расположенного на территории Ханты-Мансийского автономного округа Тюменской области. Результаты исследований показали, что при введении бурового отхода в количестве 4 и 6 % масс. предел прочности мелкозернистого бетона через 28 суток увеличивается: при изгибе на 13 и 10 % соответственно, при сжатии – на 8 %. Исследования активно продолжаются.

Таким образом, даже небольшой обзор современной научно-технической литературы показывает, что разработка научных и практических основ

ресурсосберегающих технологий обезвреживания и утилизации буровых шламов остается актуальной эколого-технологической проблемой и требует дальнейших исследований.

*Работа выполнена в рамках гос. задания Института химии ДВО РАН № FWFN(0205)-2022-0002.*

### **Список литературы**

1. Васильев А.В. Экологическое воздействие буровых шламов и подходы к их переработке / А.В. Васильев, О.В. Тупицына // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т. 16, № 5. – С. 308-313.
2. Пичугин Е.А. Эколого-экономический анализ предотвращенного ущерба почве как объекту окружающей среды при утилизации буровых шламов / Е.А. Пичугин // Молодой ученый. – 2014. – № 14(73). – С.84-87.
3. Климова А.А. Минералого-геохимическая специфика буровых шламов нефтегазоконденсатных месторождений на примере объектов Иркутской области / А.А. Климова, Е.Г. Языков // Вестник ЗабГУ, 2020. – Т.26, № 2. – С.32-39. DOI: 10.21209/2227-9245-2020-26-2-32-39
4. Мустаева А.И. Утилизация буровых отходов / А.И. Мустаева, Ю.А. Федорова // World Science: Problems and Innovation: VIII Международная научно-практическая конференция. – Пенза: Наука и Просвещение, 2017. – Ч. 1. – С. 107-110.
5. Гурьева В.А. Буровой шлам в производстве изделий строительной керамики / В.А. Гурьева, В.В. Дубинецкий, К.М. Вдовин // Строительные материалы. Апрель 2015. – С. 75-77.
6. Третьяк А.А. Идентификация отходов бурения и их использование / А.А. Третьяк, Е.А. Яценко, С.А. Онофриенко, Е.В. Карельская // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. –2021. – Т. 332, № 2. – С.36-43. DOI: 10.18799/24131830/2021/02/3041.
7. Яценко Е.А. Синтез сырьевых смесей для получения алюмосиликатных пропантов на основе бурового шлама и модифицирующих добавок / Е.А. Яценко, А.А. Чумаков // Результаты исследований-2021: материалы VI Национальной конференции профессорско-преподавательского состава и научных работников, г. Новочеркасск, 17 мая 2021 г. – Новочеркасск: ЮРГПУ(НПИ), 2021. – С.136-139.
8. Третьяк А.А. Технология очистки и рециклинга бурового раствора / А.А. Третьяк, Е.А. Яценко, К.А. Борисов, Е.В. Карельская // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2022. – Т. 333, № 2. – С. 62-70. DOI: 10.18799/24131830/2022/2/3560.
9. Гаевая Е.В. Экологическое обоснование использования техногенных грунтов на основе буровых шламов для рекультивации нарушенных земель / Е.В. Гаевая, С.С. Тарасова, Л.Н. Скипин, А.Е. Зимнухова // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. Научно-технический журнал. – 2022. – №2(305). – С.23-30. DOI: 10.33285/2411-7013-2022-2(305)-23-30.
10. Пат. 2661831 Российская Федерация. Способ утилизации бурового шлама с получением экологически чистого грунта / Е.В. Гаевая, Я.Э. Богайчук,



С.С. Тарасова, Р.Ю. Постовалов, О.Ш. Белявская, А.Я. Митриковский, Л.Н. Скипин, Е.В. Захарова. – № 2017146952; опублик. 19.07.18, Бюл. № 20.

11. Миронов Н.А. Использование бурового шлама при строительстве дорог / Н.А. Миронов, И.Р. Усманов // Электронный журнал Cloud of Science. – 2013. – № 2. – С. 33-36.

12. Губа А.С. Разработка техногенного грунта на основе бурового шлама, образованного в процессе строительства скважин Винно-Банновского нефтяного месторождения Самарской области / А.С. Губа, Р.Н. Бахтизин, Р.И. Аблеев, А.В. Фахреева, Ф.Ф. Мусин, В.А. Докичев // SOCAR Proceedings. – 2021. – № 2. – Р.095-104.

13. Ягафарова Г.Г. Утилизация углеводородсодержащих буровых отходов / Г.Г. Ягафарова, А.Х. Сафаров, А.И. Мустаева, В.Р. Рахматуллин, Е.В. Бембак // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2021. – № 2(130). – С.105-112. DOI: 10.17122/ntj-oil-2021-2-105-112).

14. Поварова Л.В. Определение оптимальных способов обезвреживания и утилизации буровых шламов / Л.В. Поварова // Булатовские чтения. Сборник статей. – 2020. – С. 218-226.

15. Тимофеев Э.А. Переработка буровых шламов в продукцию различного назначения / Э.А. Тимофеев, Н.Г. Кураמיшина // Молодежь и наука. – 2018. – №2. – С. 117.

16. Ягафарова Г.Г. Применение утилизированного бурового шлама в качестве добавки к портландцементу / Г.Г. Ягафарова, Ю.Г. Матвеев, Ф.А. Агзамов, В.Р. Рахматуллин, Д.В. Рахматуллин // Нефтегазовое дело. – 2011. – Т.9, № 4. – С. 37-39.

17. Ярусова С.Б. Использование отходов бурения нефтегазовых скважин в мелкозернистом бетоне / С.Б. Ярусова, А.В. Сковпень, А.В. Козин, Н.В. Иваненко, П.С. Гордиенко // Актуальные вопросы химической технологии и защиты окружающей среды: сб. материалов VIII Всероссийской конференции, г. Чебоксары, 16-17 апреля 2020 г. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2020. – С.120-121.

## **ВОЗДЕЙСТВИЕ ЛАКОКРАСОЧНОГО ЦЕХА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

Студент гр. 320681 Н.А. Шилов,  
Научный руководитель Л.В. Котлеревская  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Загрязнение атмосферы твердыми и газообразными веществами в настоящее время актуально. Расположенное в центре города промышленное предприятие оказывает непосредственное влияние на атмосферный воздух. В данной работе предлагается изобретение «Абсорбер с плавающей насадкой» Изобретение относится к массообменным аппаратам с

*плавающей насадкой, предназначенным для очистки (абсорбции) газов от вредных примесей, конкретно для очистки воздуха от капролактама в производствах синтетических волокон.*

Воздействие лакокрасочного цеха на окружающую среду имеет три направления:

- выбросы вредных веществ в атмосферный воздух вытяжной вентиляцией;
- образование сточных вод, содержащих токсичные компоненты;
- образование твердых токсичных отходов.

Выбросы из лакокрасочного цеха загрязнены парами деметилбензола, метилбензола, бутан-1-ола, этанола, бутилацетата, пропан-2-ола, уайт-спирита [1, 2].

По проведенному анализу расчетов рассеивания загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы видно, что максимальные приземные концентрации загрязняющих веществ превысили максимально разовые предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ.

Следует усовершенствовать устройства отчистки газообразных выбросов, установив «Абсорбер с плавающей насадкой».

Абсорберы должны обеспечивать высокую степень очистки газа – до 98-99 %, концентрацию улавливаемого продукта в абсорбенте не менее 10 %, что необходимо для регенерации абсорбента с целью возвращения в производственный технологический цикл улавливаемого в абсорбере продукта.

Известным приемом для достижения нужной величины концентрации вредных примесей в абсорбенте является последовательный многократный контакт с определенным числом ступеней изменения концентрации газа и жидкости.

Известен абсорбер с плавающей насадкой, содержащий вертикальный корпус с патрубком для входа газа, горизонтально установленные ситчатые тарелки с насадкой и размещенные между каждой парой тарелок ороситель, сепаратор брызг и устройство для сбора жидкости. Такое конструктивное выполнение обеспечивает четкое разделение работы каждой ступени изменения концентрации, т.е., разделение работы каждой отдельной тарелки. Это позволяет получить на нижней тарелке высокую концентрацию улавливаемого продукта в абсорбере, а на верхней тарелке – глубокую очистку газа от вредных веществ. В результате в абсорбере одновременно достигается высокая степень очистки газа (98-99 %) и сравнительно высокая концентрация улавливаемого продукта в абсорбенте (-10 %).

Цель изобретения – повышение интенсификации процесса за счет увеличения поверхности контакта фаз.

Это достигается тем, что в абсорбере с плавающей насадкой, содержащей вертикальный корпус с патрубками для ввода и вывода фаз, внутри которого расположены ситчатые тарелки и устройства для сбора жидкости, выполненные в виде перегородки с патрубками для прохода газа, снабженной обечайкой с дном и образующей с корпусом открытую камеру, патрубок ввода газа выполнен перфорированным по всему периметру и снабжен коллектором, выполненным в

виде кольцевой полутрубы, охватывающей его в месте перфорации, при этом коллектор соединен трубопроводом с открытой камерой

Новые конструктивные элементы абсорбера обеспечивают надежный переток жидкости из открытой камеры нижнего сборника жидкости в патрубок для входа газа. Жидкость через отверстия перфорации патрубка для газа вытекает в его полость, где подхваченная турбулентным потоком газа, движущимся в патрубке с большой (10-15 м/с) скоростью, интенсивно взаимодействует с ним [3, 4].

После контакта с газом жидкость стекает в куб абсорбера. Для предотвращения уноса жидкости на выше расположенную тарелку предусмотрены сепараторы брызг, встроенные в устройство для сбора жидкости.

### **Список литературы**

1. ГН 2.2.5.3532-18 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны».
2. ГОСТ Р ИСО 9002 Системы качества. Модель обеспечения качества при производстве, монтаже и обслуживании.
3. Патент SU 2 1 319 371 A1, МПК В01D 53/18 (2006.01).
4. Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы ГН 2.2.5.2308 – 07.

## **ЭНЕРГИЯ И ЧИСТЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

### **ВЛИЯНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННОГО СООТНОШЕНИЯ ИСХОДНЫХ КОМПОНЕНТОВ НА ПАРАМЕТРЫ КОМПОЗИЦИОННОГО СОРБЦИОННО-АКТИВНОГО МАТЕРИАЛА ИЗ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ**

Студент гр. 280 С.П. Хохлачев,  
Научный руководитель Е.А. Спиридонова  
Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет),  
г. Санкт-Петербург

***Аннотация.** В работе получен композиционный сорбционно-активный материал (КСАМ) на основе техногенных отходов — технического углерода, получаемого при переработке покрышек, и глинистых материалов, которые являются отходами котлованных работ. Исследование параметров КСАМ показало, что данные материалы обладают мезопористой структурой с узким распределением пор по размерам. Показано, что варьируя состав исходных компонентов в КСАМ можно изменять параметры пористой структуры. Полученные материалы могут быть использованы в качестве носителей хемосорбционных солей и катализаторов.*

В настоящее время в России количество легковых автомобилей на душу населения возросло в 7 раз по сравнению с концом 80-х годов [1]. Рост числа автомобилей приводит к все большему образованию и накоплению резинотехнических отходов, представленных изношенными автомобильными покрышками. Отработанные шины представлены в Федеральном классификационном каталоге отходов под кодом 92111000000, и относятся к 4 классу опасности. В связи с этим в Российской Федерации развиваются направления повторного использования и переработки изношенных автомобильных покрышек в углеродные материалы, в частности, технический углерод (ТУ). Обладая высокой дисперсностью, ТУ может быть использован в качестве наполнителя композиционного сорбционно-активного материала (КСАМ).

Связующим в создании КСАМ могут служить глинистые материалы (ГО), которые обладают высокой пластичностью и способны приобретать прочность и водоустойчивую форму при повышенной температуре. Глины, добываемые при разработке котлованов, являясь отходом, представлены в Федеральном классификационном каталоге отходов под кодом 2001300139 и относятся к 5 классу опасности.

Целью данной работы стало исследование влияния количественного соотношения компонентов на свойства композиционных сорбционно-активных материалов, получаемых из углеродных и минеральных техногенных отходов.

Получение КСАМ осуществляли следующим образом. На первом этапе переводили воздушно-сухую глину в диспергированное состояние посредством создания глинистой суспензии в z-образном смесителе. К полученной суспензии добавляли технический углерод и перемешивали, влажность полученной пасты составляла 39 % масс. Полученную композицию гранулировали на шнек-грануляторе в гранулы диаметром 2,9 мм. Для придания первоначальной прочности производили сушку гранул при температуре 110 °С в течение 3 часов. Полученные гранулы термообработывали при температуре 630-670 °С с плавным подъемом температуры и плавным охлаждением.

Параметрами, определяемыми у КСАМ, являлись прочность на сжатие по образующей (Прочность), МПа; предельный объем сорбционного пространства ( $W_s$ ), см<sup>3</sup>/г, суммарный объем пор ( $V_{\text{сумм}}$ ), см<sup>3</sup>/г; объем микропор ( $V_{\text{ми}}$ ), см<sup>3</sup>/г.

На рисунке 1 показано влияние количественного состава КСАМ на определяемые параметры.

Из рисунка видно, что при увеличении массовой доли ГО прочность увеличивается линейно, достигая 2,37 МПа для чистой глины. За счет снижения массовой доли технического углерода в составе КСАМ предельный объем сорбционного пространства уменьшается линейно, это говорит о том, что пористая структура КСАМ представлена пустотами между высокодисперсным порошком технического углерода. В связи с тем, что температура термообработки материалов составляла 630-670 °С, полного спекания глины не происходит, что подтверждается высокой пористостью гранулированной глины. При наличии ТУ в количестве 25 % масс. суммарный объем пор равен предельному объему сорбционного пространства, что может говорить о том, что технический углерод

распределяется в пустотах, которые естественным образом образуются в глине при спекании. При большом количестве технического углерода наблюдается рост объема макропор. Скорее всего, это объясняется образованием крупных пор между частицами ТУ при его большом количестве. Объем микропор для исследуемых КСАМ не превышает  $0,03 \text{ см}^3/\text{г}$ . Таким образом, полученные КСАМ являются мезопористыми материалами с малым количеством макропор.

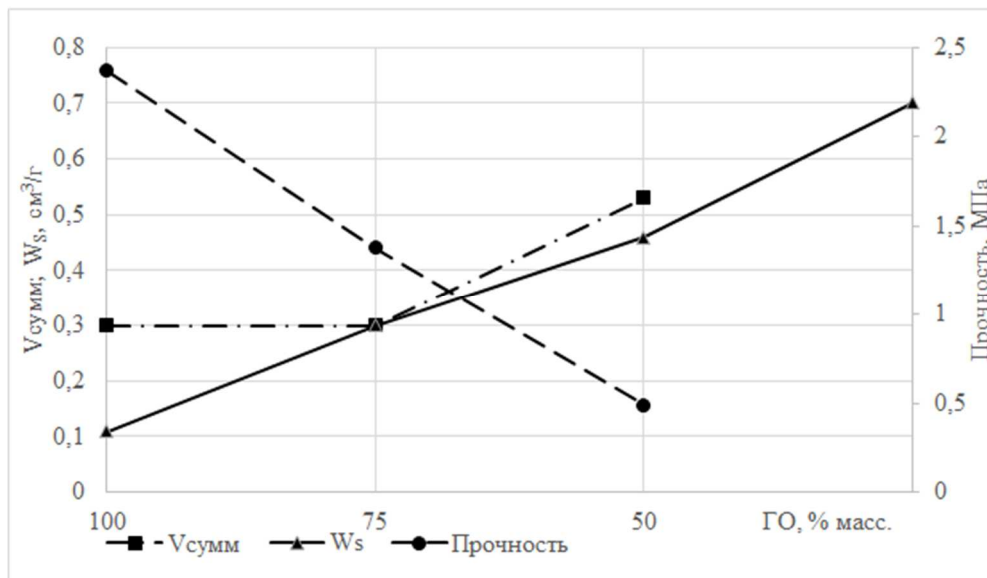


Рис 1. Влияние количественного состава на свойства КСАМ

Для КСАМ состава 50 % масс. ГО и 50 % масс. ТУ из десорбционной ветви изотермы адсорбции было рассчитано дифференциальное распределение пор по размерам, которое показано на рисунке 2.

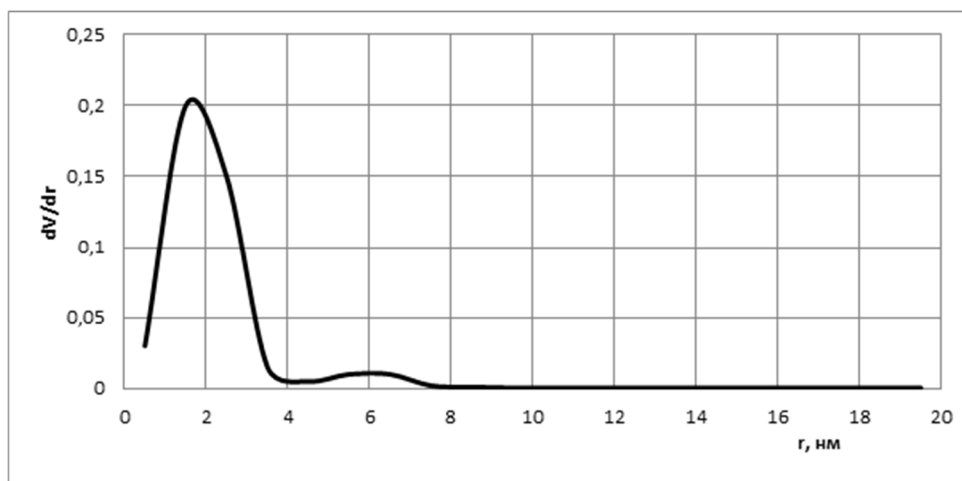


Рис 2. Дифференциальное распределение пор по размерам для КСАМ состава 50 % масс. ГО и 50 % масс. ТУ

Из рисунка видно, что полученный материал обладает узким распределением пор по размерам, это обусловлено созданием пористой структуры между, примерно одинакового размера, частицами технического углерода. В литературе [2] приводится классификация КСАМ, получаемых из ультрадисперсных и грубодисперсных порошков. Основной данной классификации является дисперсный состав (моно-, би-, поли-) и размер частиц

(грубо-, ультра-). Технический углерод представляет собой монодисперсный, ультрадисперсный порошок, в связи с этим КСАМ на его основе можно отнести именно к этому типу.

Полученные КСАМ могут быть использованы в качестве носителей хемосорбционных солей и катализаторов. В связи с простотой технологии получения, которая не требует уникального оборудования, довольно низкой температурой термообработки, получаемые материалы из техногенных отходов могут быть более экономичными по сравнению с традиционными носителями хемосорбционных солей – активными углями.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №21-79-30029).*

### **Список литературы**

1. <https://www.autostat.ru/news/51098/>
2. Самонин В.В. Сорбирующие материалы, изделия, устройства и процессы управляемой адсорбции / В.В. Самонин, М.Л. Подвязников, В.Ю. Никонова [и др.]. – Санкт-Петербург: Наука, 2009. – 271 с. – ISBN 978-5-02-025346-9.

## **ПОЛУЧЕНИЕ АКТИВНЫХ УГЛЕЙ, ИМПРЕГНИРОВАННЫХ КОЛОИДНЫМ РАСТВОРОМ МЕДИ**

Студент гр. 280 А.Д. Шайтанова,  
Научный руководитель Е.А. Спиридонова  
Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет), кафедра химической технологии материалов  
и изделий сорбционной техники,  
г. Санкт-Петербург

***Аннотация.** В работе исследуется влияние условий модифицирования на свойства импрегнированного коллоидным раствором меди материала, в частности, химического поглотителя аммиака. Определено влияние температуры вылеживания и концентрации компонентов растворов на пористую структуру химических поглотителей. Найдены основные пористые и сорбционные характеристики материалов при различных условиях модифицирования материала коллоидными растворами меди.*

Химические поглотители аммиака в основном получают модифицированием активного угля хлоридами или сульфатами металлов. Данное исследование предлагает способ повышения эффективности химических поглотителей нанесением металла (в частности меди) из коллоидного раствора, что повысит удельную поверхность и увеличит их химическую реакционную способность, каталитические свойства и адсорбционную ёмкость.

Предполагается, что перевод ионов раствора сульфата меди в наночастицы поспособствует образованию покрытия из ионов, не переведенных в

наноразмерность вокруг созданных частиц, что улучшит их реакционную способность. Следовательно, при импрегнировании сорбента раствором наночастиц меди, мы получим ХП более реакционноспособный по отношению к сорбируемым веществам. Активность наночастиц выше, чем активность обычных металлов, так как у них на единицу массы приходится большая площадь поверхности раздела фаз, чем у частиц из обычного раствора.

Предлагается два способа приготовления коллоидного раствора. Ультразвуковая (УЗ) обработка растворов часто применяется для получения наночастиц благодаря акустической кавитации. Возникающая из-за этого эффекта энергия действенна для диспергирования частиц. Мы получили два раствора, полученных с различной продолжительностью УЗ обработки (15 и 25 мин).

Вторым способом, применяемым в работе, является получение гидрозоля меди путем восстановления аскорбиновой кислотой в присутствии желатозы в СВЧ-поле. Стабилизатор в получении раствора предотвращает преждевременное окисление наночастиц кислородом, растворенным в растворе. Получены три раствора. Первый получен согласно оптимальным концентрациям методики [1] (смешение растворов сульфата меди – 0,01М, аскорбиновой кислоты – 1М и 3-% раствор желатозы в объемном соотношении 1:1:1) – обозначим СВЧ.

Такой способ способствует большой концентрации желатина, забивающей поры, и маленькой доли меди по отношению к другим компонентам раствора, поэтому предложены следующие способы повышения концентрации: повышение концентраций смешиваемых растворов в 10 раз (СВЧ-I), смешение растворов 2:2:1 (где 1 часть – желатоза) (СВЧ-II).

При получении ХП, импрегнированного восстановленной медью в присутствии стабилизатора – желатозы, происходит закупорка пор желатином. Для того, чтобы высвободить поры от желатина, импрегнированный сорбент промывают горячей дистиллированной водой.

В качестве основы был выбран активный уголь марки АГ-5 из-за своей гидрофобности и широкой области применения. Были получены образцы различными методиками с параметрами, описанными в таблице 1.

Таблица 1

Условия получения импрегнированных сорбентов

Метод получения	Содержание меди, % (масс.)	Содержание доп. добавок, % (масс.)	Обработка раствора	Температура вылеживания, °С
Истинный раствор	10	-	-	13
				25
УЗ 15	10	-	Ультразвуковая обработка (15 и 25 мин)	13
				25
УЗ 25	10	-		13
				25
СВЧ	0,5	Желатин: 8,4 С6Н8О6: 49,2	Получение частиц путем ОВР при обработке СВЧ-излучением	20
СВЧ-I	1,1	Желатин: 20,2 С6Н8О6: 73,6		20
СВЧ-II	0,6	Желатин: 5,1 С6Н8О6: 60,2		20

Для определения закрепления меди при импрегнировании различными растворами сравнивалось количество наносимой меди из раствора и нанесенной, а так же исследовалась смывка меди. Результаты определения записаны в таблицу 3.

Количество наносимой меди вычисляется отношением меди, добавленной в раствор, к общей массе готового продукта и выражается в  $\frac{\text{г (CuSO}_4\text{)}}{\text{г (химического поглотителя)}}$ .

Количество меди в смывке с ХП 2 н раствором H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> / дистиллированной водой рассчитывается титрованием по йодометрическому методу [2]. Количество нанесенной меди определяется титрованием золы, растворенной в 2 н растворе H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, по методу Брунса [2].

Процент закрепления находят по формуле  $100\% - \frac{\text{медь в смывке} \cdot 100\%}{\text{нанесенная медь}}$ .

Таблица 2

Содержание меди в импрегнированном материале

Условия импрегнирования	Количество меди, г/г (ХП)		Количество меди в смывке, г/г (ХП)		Процент закрепления, %
	Наносимой из раствора	Нанесенной	Водой	Кислота	
Исходный АГ-5	0	0,01	-	-	-
Истинный раствор (13 °С)	0,10	0,09	0,003	0,04	93
Истинный раствор (25 °С)	0,10	0,08	0,003	0,05	77
УЗ 15 (25 °С)	0,10	0,07	0,005	0,05	75
УЗ 15 (13 °С)	0,10	0,08	0,00	0,03	82
УЗ 25 (25 °С)	0,10	0,08	0,003	0,06	84
УЗ 25 (13 °С)	0,10	0,10	0,001	0,05	97
СВЧ	0,005	0,001	-	0	20
СВЧ-I	0,009	0,005	-	0,01	60
СВЧ-I (отмытый)	0,016	0,014	-	0,012	88
СВЧ-II	0,006	0,002	-	0,002	38
СВЧ-II (отмытый)	0,010	0,004	-	0,003	40

При импрегнировании сорбента растворами меди, обработанными УЗ, закрепление частиц меди проходит лучше, чем истинными растворами. Увеличение длительности обработки так же способствует лучшему закреплению. На закрепление частиц влияет температура вылеживания. Оптимальной является температура 13 °С (при уменьшении температуры увеличивается скорость сорбции частиц из раствора и уменьшается скорость десорбции, но при приближении температуры вылеживания к 0 °С уменьшается скорость диффузии, которая играет важную роль в процессах сорбции).

Доля меди в сорбентах, импрегнированных растворами СВЧ, СВЧ-I и СВЧ-II, мала из-за большой массовой доли желатина, при отмывке сорбента от желатина, мы можем увидеть увеличение доли меди по отношению к общей массе ХП и, соответственно, увеличение процента закрепления. По результатам видна



важность соблюдения стехиометрии при приготовлении гидрозоля для большего выхода меди при реакции.

Были исследованы сорбционные свойства хемосорбентов и их защитные свойства (динамика сорбции).

Объем микропор (эффективный объем пор) и суммарный объем сорбционного пространства, а также объем мезопор ( $W_s - V_{ми}$ ) рассчитываются по методике [3]. Суммарный объем пор рассчитывается по стандарту [4]. Изменение объемов пор при импрегнировании рассчитывается как  $\frac{V_{вида пор}}{V_{вида пор_{АГ-5}}}$ .

Удельная поверхность определялась по методике [5].

Определение времени защитного действия по аммиаку проводят в соответствии с методикой [2]. По методике [6] определяют время защитного действия по бензолу.

Результаты определения объемов пор и анализа пористой структуры сорбента записаны в таблицу 3.

Таблица 3  
Результаты анализа пористой структуры

Пропиточные растворы	$V_{ми}$ , см <sup>3</sup> /г	$W_s$ , см <sup>3</sup> /г	$V_{ме}$ , см <sup>3</sup> /г	$V_{\Sigma}$ , см <sup>3</sup> /г	$\Delta V_{ми}$ , доли об.	$\Delta V_{ме}$ , доли об.	$S_{уд}$ , м <sup>2</sup> /г
Без пропитки	0,35	0,50	0,14	1,33	1,00	1,00	1182
Истинный раствор (13 °)	0,16	0,29	0,13	0,53	0,46	0,93	-
Истинный раствор (25 °)	0,20	0,29	0,08	0,53	0,59	0,58	1083
УЗ 15 (25 °С)	0,19	0,25	0,06	1,24	0,55	0,40	872
УЗ 15 (13 °С)	0,24	0,39	0,15	0,60	0,70	1,04	1560
УЗ 25 (25 °С)	0,19	0,24	0,05	0,88	0,54	0,35	626
УЗ 25 (13 °С)	0,24	0,58	0,34	1,10	0,69	2,38	1260
СВЧ	0,16	0,21	0,06	0,22	0,45	0,39	1294
СВЧ-I	0,16	0,16	0	0,62	0,47	0	565
СВЧ-I (отмытый)	0,18	0,33	0,11	1,04	0,51	0,80	1355
СВЧ-II	0,003	0,003	0	0,03	0,009	0	1,2
СВЧ-II (отмытый)	0,05	0,21	0,17	0,74	0,13	1,18	1078

Анализ сорбирующих пор показывает, что содержащийся желатин в растворах гидрозоля закупоривает макропоры и мезопоры, уменьшая объём сорбционного пространства. До того, как сорбент, пропитанный гидрозолем, прокипятили с целью убрать желатин из пор, все сорбционное пространство было представлено небольшим количеством микропор. При удалении желатина из пор, видим улучшение сорбционных свойств, примерно, в 3 раза. При температуре вылеживания 13 °С мы получаем материал с лучшими сорбционными свойствами, чем при 25 °С. Так же видим, что продолжительность диспергирования пропиточного раствора почти не влияет на сорбционные свойства, но при этом нанесение меди из коллоидного раствора заметно улучшает сорбционные свойства хемосорбента, в отличие от нанесения меди из истинного раствора.

Так же была определена удельная поверхность импрегнированных углей. Как и предполагалось, мы видим увеличение удельной поверхности материала при нанесении соли из коллоидного раствора. Удельная поверхность при нанесении на

сорбент раствора, приготовленным методом СВЧ-II, после отмывки показывает увеличение площади удельной поверхности по сравнению с АГ-5 без пропитки.

Динамическая адсорбционная емкость рассчитывалась по формуле 1.

$$a_D = \frac{\theta * V * C_0}{m} \quad (1)$$

где,  $\theta$  – время защитного действия, мин;

$V$  – объёмный расход воздуха в системе,  $\text{дм}^3/\text{мин}$ ;

$C_0$  – начальная концентрация вещества, по которому исследуют защитные свойства,  $\text{г}/\text{дм}^3$ ;

$m$  – масса навески, г.

Определение велось до условно заданной проскоковой концентрации. Результаты исследований занесены в таблицу 4.

Таблица 4  
Динамическая активность сорбентов по бензолу и аммиаку

Метод приготовления ХП (на основе АГ-5)	По бензолу*		По аммиаку на 1 г ХП**		По аммиаку на массовую долю меди	
	$\tau$ , мин	$a_D$ , мг/г	$\tau$ , мин	$a_D$ , мг/г	$\tau$ , мин/%	$a_D$ , мг/%
Без пропитки	52,5	230,3	3	1,5	-	-
Истинный раствор, 13 °С	39	158,7	24	11,0	2,4	1,1
Истинный раствор, 25 °С	30	120,0	21	9,2	2,1	0,9
УЗ 15 (25 °С)	32,5	130,1	15	6,8	1,5	0,7
УЗ 15 (13 °С)	24	101,4	19,5	8,6	2,0	0,9
УЗ 25 (25 °С)	41,5	161,3	24,5	11,5	2,5	1,2
УЗ 25 (13 °С)	35,15	141,8	29	13,4	2,9	1,3
СВЧ	23	87,7	4	1,9	8,3	4,0
СВЧ-I	1,5	4,9	2	0,7	1,8	0,6
СВЧ-I (отмытый)	9	58,0	2	1,2	1,3	0,8
СВЧ-II	22	78,7	4	1,9	6,7	3,2
СВЧ-II (отмытый)	33	166,7	3	1,7	3	1,7

\* - условия для проведения исследований защитных свойств по бензолу: влажность воздуха в газовом на момент проведения исследования 46 %, концентрация бензола в потоке 18  $\text{мг}/\text{дм}^3$ , скорость потока воздуха 1,4  $\text{дм}^3/\text{мин}$ , высота слоя 4 см, проскоковая концентрация 15  $\text{мг}/\text{м}^3$ .

\*\* - условия для проведения исследований защитных свойств по аммиаку: влажность воздуха в газовом потоке на момент проведения исследования 46 %, концентрация аммиака 2,5  $\text{мг}/\text{дм}^3$ , скорость потока воздуха 1  $\text{дм}^3/\text{мин}$ , высота слоя 3 см, проскоковая концентрация 2,3  $\text{мг}/\text{м}^3$ .

Лучшие защитные свойства по аммиаку у образца, пропиточный раствор которого обрабатывался ультразвуком дольше. Уголь, пропитанный гидрозолем наночастиц меди, мало сорбирует аммиак, так как восстановленная медь не реагирует с ним. Чем меньше температура вылеживания, и, соответственно,

больше процент закрепления частиц в порах, что исследовалось ранее, тем меньше время защитного действия и величина динамической адсорбции по бензолу.

Гидрозоли, сильнее закупоривают сорбирующие поры, так как помимо меди в поры попадают и другие частицы, растворенные в растворе, такие как желатин. После промывки сорбента от желатина время защитного действия по бензолу и аммиаку заметно увеличивается.

### Список литературы

1. Сайкова С.В. Синтез высококонцентрированных гидрозолей наночастиц меди восстановлением аскорбиновой кислоты в присутствии желатозы / С.В. Сайкова, К.С. Мурашева, С.А. Воробьев, [и др.] // Химия в интересах устойчивого развития. – 2013. – №4. – С. 425-431.

2. Колосенцев С.Д. Получение углей-катализаторов и исследование их защитных свойств: Методические указания / С.Д. Колосенцев; СПбГТИ(ТУ). Каф. ХТМИСТ. – СПб., 2009. – 21 с.

3. Колосенцев С.Д. Определение эффективного объема микропор углеродных сорбентов: Методические указания / С.Д. Колосенцев, В.Л. Киселева, Е.Д. Хрылова; СПбГТИ(ТУ). Каф. ХТМИСТ. – СПб., 2013. – 12 с.

4. <https://docs.cntd.ru/document/1200017243>.

5. ГОСТ 23401-90 (СТ СЭВ 6746-89) Порошки металлические. Катализаторы и носители. Определение удельной поверхности от 27 декабря 1990 - docs.cntd.ru.

6. Кейер Б.Р. Изучение процесса динамики адсорбции: Методические указания / Б.Р. Кейер, Л.А. Померанцева, В.П. Семенов [и др.]; ЛТИ. Каф. Химии и Технологии Сорбентов. – СПб., 1980. – 25с.

## КОМПОЗИЦИОННЫЙ СОРБЦИОННО-АКТИВНЫЙ МАТЕРИАЛ С ПОВЫШЕННОЙ ГИДРОФОБНОСТЬЮ НА ОСНОВЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ

Студент гр. 290 Ю.А. Неугодова,  
Научный руководитель В.В. Самонин  
Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет),  
г. Санкт-Петербург

**Аннотация.** Предложен способ получения гидрофобного композиционного сорбционно-активного материала из техногенных отходов. Проведено определение параметров пористой структуры и сорбционных свойств КСАМ. Определено оптимальное соотношение наполнителя и связующего. Композит представляет собой гидрофобный мезопористый материал, который можно использовать для сорбции крупных органических молекул из водных сред.

В связи с активным развитием в области полимерной индустрии в последнее время, количество отходов данной области возрастает. В резиновой

промышленности наиболее массовым видом отходов являются изношенные автомобильные шины. Отработанные автомобильные покрышки представлены в Федеральном классификационном каталоге отходов под кодом 92111000000, и относятся к 4 классу опасности.

В России количество износившихся шин за год составляет около 800 тыс. тонн, такой объем отходов неизбежно складывается на полигонах, которые часто представляют собой природные объекты (вырубки, поля, пустыри). В виду чего стоит проблема переработки покрышек и использования получаемых продуктов в промышленности и технике.

Важность переработки изношенных шин состоит в том, что они представляют собой ценное вторичное сырье. В среднем одна изношенная шина по массе содержит: каучук (56 %), масла и смолы (11 %), сера (4 %), технический углерод (26 %), прочие элементы (3 %).

На данный момент существует несколько методов переработки изношенных шин:

- Переработка в крошку. Являясь самым простым и дешёвым методом переработки покрышек, данный способ не может в полной мере решать проблемы вторичного использования резино-технических изделий.
- Сжигание автомобильных покрышек с целью получения энергии. Минусом является образование большого количества вредных веществ, которые так же причиняют вред окружающей нас среде.
- Пиролиз автомобильных шин. Является новым направлением в переработке. При пиролизе получают технический углерод (ТУ), пиролизное масло (ПМ) и металлокорд, которые могут быть использованы в разных отраслях промышленности.

Продукты, полученные при пиролизе, представляют интерес в сорбционной промышленности в виде исходных компонентов для создания композиционного сорбционно-активного материала (КСАМ). Технический углерод используется в качестве монопористого адсорбента. Однако из-за высокой дисперсности, его применение затруднительно. В качестве связующего может выступать пиролизное масло [1]. Так, целью работы стало получения углеродного композиционного сорбционно-активного материала на основе продуктов переработки резиновых покрышек – технического углерода и пиролизного масла, выступающих в качестве наполнителя и связующего соответственно.

Композиционный материал получали смешением ТУ с ПМ в массовом соотношении 1 : 1, полученную пасту гранулировали на шнек-грануляторе в гранулы диаметром 2,9 мм. Готовые гранулы, для придания первоначальной прочности, подсушивали на воздухе, после чего проводили процесс карбонизации при температуре 680 °С в течение 2 часов в токе азота. На выходе получается сорбент с насыпной плотностью 0,44 г/см<sup>3</sup>.

В процессе карбонизации пиролизное масло обогащается углеродом за счет удаления легколетучих компонентов, а сам технический углерод, за исключением серы и золы, практически не имеет гетероатомов [2]. В виду этого после карбонизации получается высокогидрофобный сорбент, который характеризуется величиной адсорбции воды 0,03 г/г ( $P/P_s = 0,85$ ). Такая низкая величина говорит о

том, что процесс капиллярной конденсации практически не происходит, что позволяет сделать вывод о применимости такого сорбента для очистки влажных (относительная влажность более 70 %) паро – и газоздушных потоков от вредных органических примесей.

При объеме микропор 0,01-0,02 см<sup>3</sup>/г предельный объем сорбционного пространства КСАМ составляет 0,68 см<sup>3</sup>/г, что говорит о преобладании мезопор. Площадь удельной поверхности КСАМ составляет 219 м<sup>2</sup>/г из чего следует, что средний радиус пор равен 6,2 нм. КСАМ имеет прочность 57 %, что не сильно уступает активированному углю марки БАУ.

Подводя итог, можно сказать, что КСАМ на основе технического углерода и пиролизного масла, которые были получены из отработанных покрышек, обладают высокой гидрофобностью и развитым объемом мезопор. Материалы с такими свойствами могут быть применены в процессах адсорбции крупных органических молекул из водных растворов или в процессах очистки влажных паровоздушных потоков от вредных примесей в динамических условиях. Прочность КСАМ не сильно уступает углю марки БАУ, что делает возможным использование КСАМ в промышленности.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №21-79-30029).*

### **Список литературы**

1. Чучалина А.Д. Получение гранулированных активных углей с использованием в качестве связующих остаточных продуктов нефтепереработки и нефтехимии:05.17.07 «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ»: диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук / Чучалина Анна Дмитриевна; Пермский национальный исследовательский политехнический университет. – Пермь, 2018. – 169 с.

2. Фенелонов В.Б. Пористый углерод / В.Б. Фенелонов. – Новосибирск: Институт Катализа, 1995. – 518 с.

## **БИОКЛИМАТИЧЕСКАЯ АРХИТЕКТУРА**

Студентка гр. 341311/02 Е.Д. Ненашева,  
Научный руководитель Ю.Н. Пушилина  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

***Аннотация.** Сегодня архитектура, имеющая связь с природой, привлекает все большее внимание в мире. Различные проекты и постройки, именуемые экологичными и энергоэффективными, получают активное отражение в творчестве современных строителей, инженеров, архитекторов, а также технологов. Экологизация нынешней архитектуры являет собой технологию защиты окружающей среды, которая основана на применении последних*

*введенных «зеленых» стандартах при создании архитектурно-художественного образа, при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий. Современные высокоразвитые экологические технологии, различные строительные материалы и принципы строительства открывают новые заманчивые архитектурные решения, а архитектура, в свою очередь, предлагает множество вариантов воплощения, внедрения эко-технологий. Хорошим примером данного решения можно назвать биоклиматическую архитектуру.*

**Ключевые слова:** биоклиматическая архитектура, энергия, экологичность, энергоэффективность, строительство и проектирование, окружающая среда.

В общем смысле, архитектура являет собой творчество проектирования и последующее строительство зданий и сооружений, искусство преобразования природной среды обитания человека в искусственную, и, чем более естественной будет эта среда, тем более здоровым будет ее обитатель.

К одному из важнейших направлений архитектуры как раз можно отнести биоклиматическую архитектуру, принцип которой состоит в создании максимально гармоничного сочетания с внешней средой, стремление приблизить нечто, созданное человеком, к природе. Данное направление занимается созданием проектов зданий, в которых учитывались бы различные климатические и природные факторы. Сооружения проектируются максимально адаптированными к окружающей среде, основываясь, помимо природных, также на экономических, социальных и других важных факторах. Процессы, происходящие внутри них, стремятся к цикличности и безотходности [1].

Биоклиматическая архитектура представляет собой дизайн, который, с учетом климата региона, призвана обеспечить необходимые комфортные условия с минимальным потреблением энергии и использованием имеющихся экологически-чистых источников энергии (солнца, ветра, воды и земли), что способствует экономии энергии для обогрева, охлаждения и освещения зданий [2].

Применение тепловой защиты, пассивных солнечных систем, внедрение систем естественного охлаждения и освещения и некоторые методы аккумулирования тепла строительными материалами и рационального использования энергии – все это является немаловажными принципами биоклиматической архитектуры [3]. Именно природная среда, которая ставит человека перед необходимостью использовать наличный строительный материал и приспособливаться к условиям местного климата, обусловила богатую палитру выразительных средств данного направления и архитектуры в целом.

Биоклиматическая архитектура занимается исключительно проектированием зданий и материалов для приобретения должной энергоэффективности. Достигаются необходимые результаты за счет реализации основных концепций и методов биоклиматической архитектуры:

1. Пассивная солнечная архитектура – относится к проектированию жилья для эффективного использования солнечной энергии. Поскольку в ней не используются механические системы (от чего и дано название пассивная), она тесно связана с биоклиматической архитектурой, хотя последняя также имеет

дело с другими несолнечными климатическими элементами. Поэтому термин биоклиматическая архитектура в данном контексте является более общим и всеохватывающим.

2. Активная солнечная архитектура – означает использование преимуществ солнечной энергии с помощью механических или электрических систем для нагрева (солнечные коллекторы) и преобразования электроэнергии (фотоэлектрические панели). Они могут дополнять практически любой биоклиматический дом и компенсировать энергетические нагрузки пользователей здания.

3. Возобновляемая энергия. Биоклиматическая архитектура для своих целей использует многие виды неисчерпаемых источников энергии: солнечную радиацию, ветер, воду, а также метан, производимый из органических отходов (биомассы).

4. Экоустойчивая архитектура. Это очень общая концепция, направленная на минимальное воздействие на окружающую среду процессов, связанных со строительством; материалов (производственные процессы, которые не производят токсичных отходов и не потребляют много энергии), методов строительства (для минимального ущерба окружающей среде), расположения здания, его воздействия на окружающую среду, потребления энергии и ее воздействия, а также переработки материалов, когда здание выполнит свою функцию до непосредственного сноса. Биоклиматическая архитектура помогает снизить потребление энергии при эксплуатации здания и может быть улучшена в сочетании с методами архитектуры экоустойчивого развития.

5. Самодостаточный дом. Концепция относится к домам, не зависящим от централизованных сетей снабжения (электричество, газ, вода), что достигается за счет использования местных ресурсов. К примеру: вода из колодцев, ручьев или дождя, энергия солнца или ветра, продукты питания из личных садов, производство достаточного количества энергии, чтобы не нуждаться в электросети и т.д. Биоклиматическая архитектура сотрудничает с самодостаточностью в отношении экономии энергии для климатизации.

Сам по себе биоклиматический дом не требует покупки и установки сложных дорогих систем поскольку использует обычные архитектурные элементы для повышения энергетических характеристик и получения естественного комфорта. Экономия затрат начинается с проектирования, позволяющего максимально использовать возможности участка. Биоклиматический дизайн накладывает ряд рекомендаций, но при этом остается большая свобода для проектирования в соответствии с индивидуальным вкусом. Размещение здания, учет солнечного доступа, сбор дождевой воды, использование тепловой массы в своих интересах, правильное остекление и солнечное затенение – все это хорошие примеры приемов, которые можно учесть при проектировании. Конечный продукт является гораздо более энергоэффективным и гармонично сочетается с окружающей средой и природой [4].

Если говорить о перспективах, то можно с уверенностью сказать, что биоклиматическая архитектура с высокой энергоэффективностью имеет сегодня

множество осей развития. Это и новый уровень синтеза искусства, технологии и биологии, где биологические законы определяют местоположение архитектурных решений и инновационных технологий. И, с другой стороны, биоклиматическую архитектуру сегодня можно рассматривать как направление энергоэффективной архитектуры, основной миссией которого является экономия энергии, сохранение экологической устойчивости и использование технологий возобновляемой энергии. Биоклиматическая архитектура также является частью современной городской экологии, и существуют различные пути ее развития в рамках этой единой области градостроительства и городского хозяйства.

### Список литературы

1. Марков Д.И. *История, принципы и перспективы развития биоклиматической энергоэффективной архитектуры* / Д.И. Марков // Текст научной статьи по направлению «Теория и практика архитектурного проектирования», 2012.
2. Михеев А.П. *Строительная климатология в архитектурном проектировании* / А.П. Михеев. – Пенза, 1984. – 9 с.
3. Биоклиматический дом: в гармонии с природой [Электронный ресурс]. Код доступа: <https://www.homify.ru/knigi-idej/44678/bioklimaticheskiy-dom-v-garmonii-s-prirodoy>.
4. *What is Bioclimatic Architecture?* [Электронный ресурс]. Код доступа: <https://bioclimaticx.com/bioclimatic-architecture1/>.

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОГЕНЕРАЦИИ В ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Студент гр. 340601/02 Х.Т. Есоян,  
Научный руководитель А.В. Волков  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье описаны перспективы развития электрогенерации в Тульской области с использованием ветроэнергетических установок, ее преимущества, к которым относятся неисчерпаемость ресурсов (воздушные массы перемещаются постоянно) и относительная чистота полученной энергии (отсутствуют выбросы и токсичные испарения), а также и недостатки.

В последние годы мировая общественность всё чаще поднимает вопрос об изменении климата на Земле. Изменение климата ведет к росту неблагоприятных и опасных гидрометеорологических явлений. В 2017 году Всемирный экономический форум (ВЭФ) в 12-м ежегодном докладе, посвященном наиболее важным рискам, с которыми сталкивается человечество, объявил экстремальные погодные явления наиболее вероятными среди главных глобальных рисков, и



вторыми по масштабу оказываемого воздействия (после оружия массового поражения).

Ежегодные отчеты ВЭФ явно демонстрируют возрастание значимости гидрометеорологического фактора в устойчивом развитии общества. В связи с этим необходимо отметить рост в России числа неблагоприятных и опасных гидрометеорологических явлений, который может быть связан с происходящими изменениями климата.

В современном климате изменения связаны в первую очередь с повышением температуры климатической системы Земли или глобальным потеплением.

Основными факторами климатических перемен являются внешнее воздействие от солнечной активности, планетарные явления и антропогенная деятельность человека [1].

Именно антропогенное влияние, связанное с выбросами парниковых газов, попаданием в атмосферу твердых аэрозольных частиц и сажи с промышленных предприятий, сжиганием ископаемых энергоносителей, обозначаются учеными как ключевые факторы резкого роста температуры на Земле.

Проблему традиционных источников энергии должны решить альтернативные источники энергии. Альтернативными источниками энергии являются: солнечная энергетика, волновая энергетика, биомассовая энергетика, ветровая энергетика и т.д. Реализация проектов, связанных с альтернативной энергетикой снизит негативное воздействие на климат планеты. В контексте нынешней экологической ситуации каждый субъект государства должен быть заинтересован в реализации таких проектов.

Тульская область не богата высокогорными реками, позволяющими построить гидроэлектростанции, среднее количество солнечных дней в области за последние 5 лет не превышает 99 дней, что говорит о нерациональности использования солнечных панелей, поэтому наиболее перспективным видом альтернативной энергетики могла бы стать ветровая энергетика.

Ветроэнергетика представляет собой вид энергетики, которая преобразует кинетическую энергию воздушных масс в атмосфере в тепловую, электрическую или любую другую энергию, необходимую человеку [2].

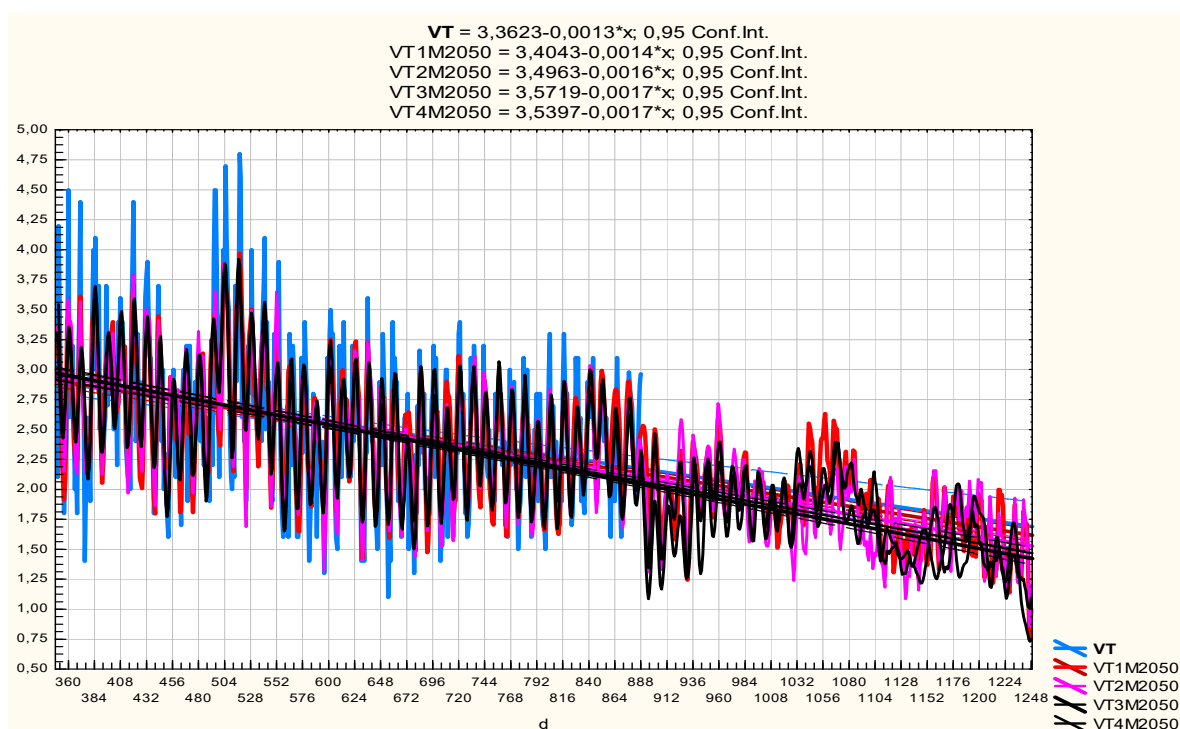
Основными преимуществами ветровой энергетики являются неисчерпаемость ресурсов (воздушные массы перемещаются постоянно) и относительная чистота полученной энергии (отсутствуют выбросы и токсичные испарения). Дешевизна энергии и малая занимаемая площадь играют важную роль, один ветрогенератор при скорости ветра 4-5 м/с дает около 350 кВт за месяц, или 4200 кВт за год.

Проблемами ветровой энергетики являются стартовая цена на строительство, поломки механизмов и дальнейшая утилизация компонентов ветрогенераторов. Однако ключевой проблемой является непостоянность силы ветра и направления. В безветренную погоду могут происходить сбои в подаче электроэнергии. Снежная буря, накрывшая солнечный штат Техас (США) в 2021 году привела к серьезному энергетическому кризису. 23 % штата получало энергию за счет ветрогенераторов. На фоне таких температурных катаклизмов,

важно проанализировать рентабельность установки ветрогенераторов на территории с перспективой на будущее.

На основе данных, полученных от Тульского ЦГМС по скорости ветра за период с января 1976 года по декабрь 2020 года и смоделировав полученные значения, можно сделать вывод, что все модели формируют единое «фазовое пространство» изменения величин скорости ветра, отражая тенденцию к снижению средней скорости ветра в регионе (рисунок).

Прогноз скорости ветра в Тульской области на 2050 год с использованием линейных моделей, сформированных с учётом колебательной природы изучаемого природного процесса, позволяет выполнить зонирование ряда скоростей ветра, сформировав некоторые долгосрочные сценарии развития событий, на которые так или иначе влияет изучаемый показатель.



Графики фактических (VT) и модельных величин скорости ветра (на период до 2050 года; d = 888 соответствует декабрю 2020 года)

Опираясь на полученные сведения и выполненный прогноз на их основании, можно прийти к выводу о том, что развитие ветровой электроэнергетики на территории Тульской области нецелесообразно из-за снижения скорости ветра.

### Список литературы

1. Нечаев И.С. Особенности и проблемы развития ветровой энергетики / И.С. Нечаев, Д.Е. Шонина. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2019. – № 15 (253). – С. 44-46.
2. Бондаренко Л.В. Глобальное изменение климата и его последствия / Л.В. Бондаренко, О.В. Маслова, А.В. Белкина, К.В. Сухарева // Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова. – 2018; <https://doi.org/10.21686/2413-2829-2018-2-84-93>

## РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ

Студент гр. 320681 С.А. Лялина,  
Научный руководитель Н.Н. Афанасьева  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

***Аннотация.** При строительных работах часто затрагиваются целостность почвенного и лесного покрова из-за вырубki, бурения скважин и постоянного движения строительной техники, загрязнения воздуха и выбросов и сливов. В данной работе предлагается метод по снижению трудозатрат и стоимости восстановительных работ по рекультивации. Использование изобретения позволит обеспечить сокращение расстояния транспортировки почвенного слоя и вскрышных пород, синхронизировать процессы ведения добычных и рекультивационных работ, уменьшить площади отчуждения земель для разработки.*

Основным подтипом почв по участку работ являются темно-серые лесные мощные среднегумусные тяжелосуглинистые.

В результате антропогенного и техногенного воздействия, часть почвенного покрова обследованной территории оказалась нарушенной. Сюда относятся полотна и откосы автомобильных дорог, различного рода траншеи и навалы грунта. Почвенный профиль здесь сильно нарушен или полностью отсутствует [1, 2].

При строительстве происходит нарушение почвенно-растительного покрова. Площадь нарушенного почвенно-растительного слоя (ПРС), подлежащего восстановлению на благоустраиваемой территории, составит 7321 м<sup>2</sup>.

Негативное воздействие на почво-грунты при строительстве связано с химическим загрязнением. Почвы и грунты аккумулируют и депонируют в собственной толще тяжелые металлы, нефтепродукты и другие загрязняющие вещества. Опасными по возможному химическому воздействию могут быть отработанные масла и смазки автотранспорта. Наиболее токсичны нефтепродукты и ГСМ. Автотранспорт также является основным источником загрязнения. Ущерб от нарушения земель будет незначительным. После строительства основными мероприятиями являются последующая рекультивация земель и благоустройство прилегающей территории. Предполагается образование строительных отходов, что предусматривает обеспечение их регулярного вывоза с целью исключения захламления территории [3].

Вначале обрабатывают почвенный слой и перемещают его, например, конвейером во временный ленточный отвал. Вскрышные породы также обрабатывают и перемещают, например, бульдозерами во временные ленточные отвалы, располагаемые на двух противоположных бермах нерабочих бортов карьера. Отработку добычного уступа ведут экскаватором с одновременным выполаживанием нерабочих бортов карьера с помощью бульдозера. По мере выработки карьера производят закладку выработанного пространства

строительными отходами, близкими по своему составу к природным материалам, послойно с уплотнением каждого слоя. Затем на последний уплотненный слой строительных отходов сваливают вскрышные породы, сохраняя холмистую поверхность отвалов. После полного заполнения выработанного пространства карьера производят срезание вершук гребней до ширины (2,5-5 метров), а в понижениях между ними помещают почвенный слой. Для предотвращения водной и ветровой эрозии поверхность гребней обрабатывают вяжущими материалами. Затем производят ручную посадку саженцев деревьев. Учитывая то, что в данном способе не производилось полное выравнивание поверхности, приживаемость и скорость роста древесных культур выше при частичной планировке, в результате которой рекультивируемая поверхность приобретает волнистый рельеф. Даже с учетом ручной посадки саженцев рекультивация неспланированных отвалов является эффективной за счет сохранения холмистой поверхности отвалов, что способствует, в свою очередь, сбору дождевых вод [4].

#### **Список литературы**

1. Патент России №2274749, кл. E21C 41/32, 2006 г.
2. ГОСТ 17.5.1.03-86 Охрана природы (ССОП). Земли. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель.
3. ГОСТ 17.5.3.06-85 Охрана природы (ССОП). Земли. Требования к определению норм снятия плодородного слоя почвы при производстве земляных работ.
4. СП 82.13330.2016 Благоустройство территорий. Актуализированная редакция СНиП III-10-75.

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ СВОЙСТВ СОВРЕМЕННЫХ ТЕПЛОВЫХ УСТАНОВОК**

Студент гр. 340601/01 А.И. Чинёнова,  
Научный руководитель А.А. Маслова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В данной статье рассмотрена возможность применения современных технологических решений для повышения энергосберегающих свойств систем теплоснабжения, были выявлены достоинства и недостатки мероприятий по модернизации тепловых установок.

Большая часть центральных тепловых пунктов требуют срочной реконструкции, так как уже давно выработали свой ресурс. Центральные тепловые пункты (ЦТП) являются большим комплексом взаимосвязанных между собой устройств различного назначения: водонагреватели, насосы для горячей и холодной воды, узлы учета тепла и воды, запорно-регулирующая арматура, приборы для измерения и контроля параметров.

Электрическая энергия во всем мире уже довольно долгое время используется для нужд теплоснабжения. В нашей стране широкое применение получила комбинированная выработка электрической и тепловой энергии, что во многом снижает потребление электрической энергии на горячее водоснабжение и отопление, поскольку отпуск теплоты от отборов теплофикационных турбин имеет высокую эффективность. При этом современный прогресс в развитии технологий открывает более энергосберегающие способы использования электроэнергии в системах централизованного теплоснабжения. Для этого можно выделить мероприятия по модернизации центральных тепловых пунктов, к ним относятся следующие [1]:

1. Использование оборудования частотно-регулируемого привода на насосах холодного и горячего водоснабжения (ХВС и ГВС);

2. Автоматизация ЦТП;

3. Диспетчеризация;

4. Замена кожухотрубных теплообменников на пластинчатые;

Рассмотрим подробнее каждое мероприятие.

Частотно-регулируемый привод (частотно-управляемый привод (ЧУП), Variable Frequency Drive (VFD)) – система управления частотой вращения ротора асинхронного (или синхронного) электродвигателя. Привод состоит из электродвигателя и частотного преобразователя. Частотный преобразователь – это устройство, служащее для изменения частоты электрического тока (напряжения), которое состоит из выпрямителя (моста постоянного тока), преобразующего переменный ток промышленной частоты в постоянный, и инвертора (преобразователя), преобразующего постоянный ток в переменный требуемых частоты и амплитуды. Их преимущества заключаются в том, что на эти насосы приходится значительная часть потребляемой на центральных тепловых пунктах (ЦТП) энергии; производительность насосов меняется в широком диапазоне; давление на всасывающем трубопроводе носит переменный характер.

Автоматизация ЦТП сама по себе уже подразумевает наличие частотно-регулируемых приводов, так как они являются одной из подсистем управления оборудованием теплового пункта. Системы автоматизации ЦТП предназначены для более эффективного управления его технологическим оборудованием. Модернизация системы подразумевает выполнение следующих условий [2]:

- автоматическое поддержание заданного давления воды в прямом и обратном трубопроводе;

- дистанционное управление работой насосов и задвижек;

- визуализация технологического процесса на рабочем месте оператора;

- сбор, обработка и выдача статистических данных об объемах перекачанной воды и статусе насосных агрегатов;

- заданная температура в системе отопления в зависимости от температуры окружающего воздуха.

В результате полной модернизации ЦТП и установки современных экономичных теплообменного парка оборудования снижаются потери тепла при его передаче конечному потребителю и, в конечном итоге, эффективность городской системы теплоснабжения в целом существенно растет. Монтаж

автоматических систем регулирования, установка насосов смешения позволяют более точно поддерживать необходимые характеристики, среди которых, необходимая температура и давление в трубопроводах систем отопления и горячего водоснабжения. Установка частотно-импульсных преобразователей на электродвигателях насосов позволяет снизить расход электроэнергии энергоемким оборудованием, увеличить ресурс оборудования и надежность его работы.

В целом установка современного энергосберегающего оборудования с высокой степенью автоматизации технологических процессов позволяет повысить технический уровень распределения тепловой энергии, создать устойчивую тенденцию к дальнейшему снижению энергозатрат и повышению качества предоставляемых потребителям услуг по теплоснабжению и горячему водоснабжению.

Внедрение систем автоматического регулирования зависимых систем отопления.

При автоматизации процесса работы ЦТП одной из поставленных задач является регулирование температуры теплоносителя в зависимости от температуры окружающей среды. Этот процесс является относительно новым на ЦТП и его следует рассмотреть более подробно. Система регулирования температуры теплоносителя в зависимости от температуры окружающей среды работает в межсезонье (весной и осенью), когда ЦТП не в состоянии оперативно отреагировать на изменение температуры наружного воздуха и вовремя снизить температуру теплоносителя. Система компенсирует перепады температуры, одновременно поддерживая гидравлический баланс системы отопления. Регулирование реализуется по заданному температурному графику отопления с учетом реальных измеренных значений температур наружного воздуха. При этом система автоматически производит коррекцию выбранного температурного графика.

Замена кожухотрубных теплообменников на пластинчатые [3].

Преимущества пластинчатых теплообменников над кожухотрубчатыми сказано достаточно много в различных источниках.

Компактность. Основным фактором при размещении и компоновке оборудования является его компактность. Компактность достигается за счет того, что в пластинчатом теплообменнике коэффициент теплопередачи имеет более высокое значение. Теплопередающая поверхность пластины составляет 99,0–99,8% от общей площади пластины. Присоединительные порты находятся на одной стороне теплообменника, что упрощает монтаж теплообменника и его подключение. Кроме того, при проведении ремонтных работ требуется ремонтная площадка гораздо меньшей площади.

Малая величина недогрева. Протекание среды тонким слоем с сильной турбулизацией потока обеспечивает высокую теплопередающую способность теплообменника. Гофрированная поверхность пластины позволяет получить турбулентный поток при сравнительно невысоких скоростях протекания потока. Величина недогрева при расчетных режимах может достигать 1-2°C.

Низкие потери давления в теплообменнике. Конструкция пластинчатых

теплообменников позволяет плавно менять общую ширину канала. Снижение максимальной величины допустимых гидравлических потерь может быть достигнуто путем увеличения количества каналов в теплообменнике. Снижение гидравлического сопротивления позволяет снизить расход электрической энергии на насосах. Ввиду устаревшего на данный момент оборудования, используемого в ЦТП, данная мера будет очень эффективна.

Таким образом, мероприятия по модернизации ЦТП приносят ощутимый экономический эффект даже в масштабах одной энергетической компании в одном городе. Это доказывает тот факт, что при распространении такой практики, как мероприятия по модернизации ЦТП по всей стране, можно получить весомую экономию энергоресурсов, потребность в которых у россиян, как известно, в 4-8 раз выше, чем в других странах.

### Список литературы

1. *Макоثرина Л.В., Селех Е.В. Энергосбережение в центральных тепловых пунктах; Иркутский государственный технический университет, Иркутск. [Электронный ресурс] Режим доступа -<https://cyberleninka.ru/article/n/energoberezhenie-v-tsentralnyh-teplovyh-punkтах>*

2. *[Электронный ресурс] Режим доступа -[https://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=3102](https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=3102)*

3. *[Электронный ресурс] Режим доступа -<https://skyprom.ru/news/zamena-kozhukhotrubchatykh-teploobmenikov-na-plast/>*

## БИОТОПЛИВО ДЛЯ ТРАНСПОРТА

Студент гр. 3340611/01 К.В. Шумицкая,  
Научный руководитель А.А. Маслова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

***Аннотация.** В статье разбираются различные заменители ископаемых топлива, используемого для транспорта. Биотопливо, которое представляет собой жидкое топливо, полученное из различных источников, например, пропашные культуры, деревья, водоросли и пищевые отходы, которые помогут снизить нашу зависимость от ископаемого топлива и сократить чистые выбросы парниковых газов от мобильных источников, которые способствуют глобальному потеплению. Рассматриваются экологические компромиссы различных источников биотоплива.*

Основными формами биотоплива является этанол, из сахаров, крахмалов, целлюлозы и других структурных компонентов растений, а также биодизельное топливо из масел, произведенных из растения. Оценка чистых выбросов парникового газа от производства биотоплива может быть ниже, чем от ископаемого топлива. Однако это весьма зависит от выбора исходного сырья,

расхода топлива и удобрений, от того, заменяют ли биотопливные культуры местную растительность и от того, обрабатывается ли почва.

Высокоинтенсивные сельскохозяйственные культуры, такие как удобренная и орошаемая кукуруза, могут вносить азот и фосфор. Загрязнение прилегающих водотоков и ниже по течению, и может создать существенную нагрузку на региональные системы водоснабжения. Многолетние целлюлозные культуры, такие как просо и смешанные степные травы, могут существенно уменьшить это воздействие.

Современные зерновые биотопливные культуры конкурируют с продовольственными культурами за лучшие сельскохозяйственные угодья. Давление растет, чтобы расширить производство биотоплива на основе зерна на малопродуктивных сельскохозяйственных землях или землях, которые в настоящее время находятся в Программе сохранения заповедников. Эти земли поддерживают разнообразные сообщества диких животных, и преобразование, вероятно, затронет некоторые виды, вызывающие озабоченность.

Преобразование земель также является основным источником производства парниковых газов, особенно при уничтожении естественных мест обитания. Воздействие на землепользование можно уменьшить, выбирая сырье, которое не вытесняет продукты питания сельскохозяйственных культур или требуют преобразования естественных местообитаний для производства. Производство биотоплива представляет собой широкий спектр потенциальных воздействий и преимуществ, связанных со значительной неопределенностью, с различным выбором среди источников и методов производства [1,с.1-3]. Кроме того, при выращивании культур для биотоплива частично поглощают оксид углерода, что делает систему использования биотоплива ещё более устойчивой, но при этом биотопливо может наносить серьёзный ущерб окружающей среде. В частности, исследователи заявили, что пальмовое или соевое масло, которое используют для получения энергии, выделяет в атмосферу больше углекислого газа, чем любое ископаемое топливо [2,с.1]. Если в основу взять чистое растительное масло, которое является относительно новым ресурсом биотоплива и ключевой характеристикой является экономическая ценность и возможность получения высокого урожая на гектар продукции. Данные свойства делают его пригодным для рынков развивающихся стран [3, с.2-3].

Полная замена ископаемого топлива биотопливом возможна, но, тем не менее, современное биотопливо играет решающую роль в долгосрочной перспективе, чтобы помочь ограничить рост выбросов парниковых газов и привести к переходу нынешнего общества, основанного на нефти к более устойчивому топливу. Целью является экономическая осуществимость этих процессов, которая будет достигнута в ближайшие несколько лет. Коммерциализация требует совершенствования процессов лабораторных исследований для повышения выхода и производительности. Помимо этого передовое биотопливо должно быть экономически конкурентоспособным по отношению к существующим продуктам, преодолевая основные экономические факторы, влияющие на цены на сырье и общий процесс производительности и урожайности [3,с.34].



## Список литературы

1. Клиффорд С. Дьюк, Ричард В. Пуят, Г. Филип Робертсон и Уильям Дж. Партон // Журнал «Экологическое общество Америки (ESA)» Выпуск № 17. – 2013. – С. 1-3.
2. Научно-техническая статья «Neftegaz.ru» Биотопливо. С.1.
3. Мартин Скривенер, Филип Кармикал Издательство Scrivener Publishing Каммингс центр 100, офис 541J Беверли, МА 01915-6106 // Производство биотоплива. – 2014. – С. 2-34.

## ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СОВРЕМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

### СПАСЕНИЕ ОТ ПАДЕНИЯ В ОРКЕСТРОВУЮ ЯМУ

Студент гр. ОБ-20.03.01.02-21 М.С. Колесникова,  
Научный руководитель Н.А. Перминов  
Удмуртский государственный университет,  
г. Ижевск

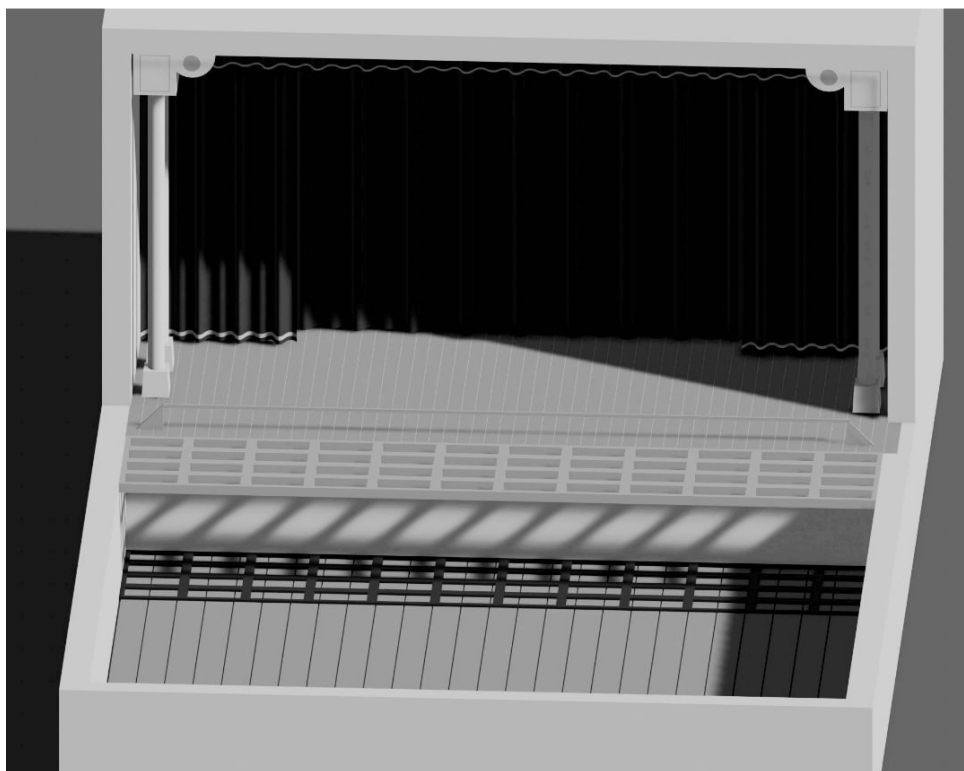
**Аннотация.** оркестровые ямы – оснащения оперных театров при проведении концертов – как правило, не огораживают. Падение в такую яму может привести к травмам и летальным исходам. Статья предлагает вариант предупреждения падения путем улавливания людей конструкцией из спасательной горизонтальной решетки, находящейся над оркестровой ямой, и низким вертикальным барьером у края сцены. Человек, запынаясь о барьер у края, падает горизонтально на решетку, благодаря чему не проваливается в отверстия решетки и остается живым и не травмированным.

**Ключевые слова:** оркестровая яма, авансцена, рампа, горизонтальная страховочная решётка, жесткий неподвижный барьер.

Оркестровая яма – углубление перед авансценой глубиной от 2 до 4 метров. Оно находится ниже основного уровня зала и, соответственно, сцены. В оркестровой яме размещаются оркестр и дирижер. Дно ямы может быть неподвижным, а также может являться подъемно-опускной конструкцией. Актуальность проблемы несчастных случаев обусловлена глубиной ямы, не имеющей никакого защитного сооружения, поэтому необходимо минимизировать их количество среди артистов. Конструкция, описание которой изложено в статье, исключает возможность падения в яму, тем самым защищая человека от травм. Жесткая страховочная решетка расположена горизонтально вдоль края сцены, а на сцене перед ней – жесткий неподвижный барьер, с противоположной от зрителей стороны обозначенный предупреждающей расцветкой. Высоту барьера

определяют по высоте самого низкого человека, которому угрожает падение в яму: выше ступеньки лестницы, ведущей на сцену (выше среднестатистического движения ноги человека при подъеме вверх по лестнице, которое он может непроизвольно выполнить в сторону барьера при передвижении по сцене), но ниже высоты колена этого человека, то есть, ниже самого большого места ноги, для того, чтобы не удариться ногой, преимущественно – коленом, о жесткий верхний край барьера. Он используется для ограничения движения ног падающего человека в оркестровую яму и для изменения положения тела падающего человека из вертикального в горизонтальное, чтобы площадь контакта тела человека с решёткой была максимальной. Так падающий человек не может провалиться в ячейки решётки ногами, что значительно снижает риск получения серьезных травм, ведь площадь тела значительно больше размеров одной ячейки решётки. Страховочная решётка своей горизонтальной поверхностью и толщиной ячеек полностью соответствует размерам углублений, расположенных в полу подъемно-опускной площадки, поэтому при установке поверхности ямы на один уровень с полом самой сцены, ячейки сетки совпадают с углублениями.

В итоге, используя описанную конструкцию для спасения находящихся на сцене от падения в оркестровую яму, имея в совокупности горизонтальную страховочную решетку и жесткий неподвижный барьер, человек, который падает в яму, цепляясь за барьер ногами, приземляется на решётку горизонтально, благополучно избегая дальнейшего поступательного движения, благодаря чему сетка может иметь ширину не более роста человека. Более того, возможно преобразовывать дно ямы в равное со сценой положение за счет подъемно-опускной конструкции и углублений в полу оркестровой ямы, совпадающих с ячейками решетки, с которыми они идут в контакт.



Горизонтальная страховочная решётка и жесткий неподвижный барьер, расположенные перед авансценой

## Список литературы

1. Перминов, Я.Н. Автоматическая система обеспечения безопасности работников театра около оркестровой ямы / Я.Н. Перминов, Н.А. Перминов // *Безопасность в техносфере: сб. ст. / Удмурт. регион. отд-ние Общерос. обществ. орг. «Российское научное общество анализа риска», ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»*; науч. ред. В.М. Колодкин. – Ижевск: Удмуртский университет, 2019. – Вып. 13. – С. 158-161. Текст: непосредственный.

## О ВОЗМОЖНОСТИ ОЦЕНКИ ДОСТОВЕРНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ОЦЕНКИ ВИДОВ И ПОСЛЕДСТВИЙ ОТКАЗОВ (FMEA) СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА КОММУНИКАЦИЙ, ОСУЩЕСТВЛЕННЫХ В ПРОЦЕССЕ ИДЕНТИФИКАЦИИ РИСКОВ

С.П. Смирнов, аспирант  
Российский технологический университет МИРЭА,  
г. Москва

*Аннотация.* В докладе рассмотрен вопрос верификации качества результатов (документации), получаемых в результате реализации метода оценки видов и последствий отказов сложных технических систем (FMEA). Метод оценки возможных отказов и их влияния как частный случай задачи оценки рисков на различных этапах жизненного цикла, основывается на исходных данных с высокой степенью влияния субъективности суждений и разницы опыта участников процесса сбора первичной информации. Для снижения влияния слабоформализованных процессов производимой оценки, автор предлагает использовать разработанный метод идентификации обструкционных приемов в коммуникациях процесса управления рисками на этапе идентификации и описания рисков. Показана применимость предложенного метода для использования при реализации FMEA для расчета критерия оценки достоверности (верификации) полученных данных.

*Ключевые слова:* управление проектами, управление рисками, оценка возможных отказов, FMEA

### Введение

Сложные технические системы и системы систем распространяются все шире и находят активное применение, в том числе, на бытовом уровне, что создает, в совокупности, новые вызовы для современной науки, производства, инженерии и системной инженерии [1], в том числе, в части управления качеством, надежностью и безопасностью.

С течением времени эти вызовы усугубляются, поскольку конечные автоматы, лежащие в основе бездушной машины, подходят к пределам сложности и стоимости, а объем функциональности все более возрастает. Возникновение компьютерных систем нового поколения и специализированных компьютерных

сетей с доступом к информации и управлению новыми устройствами и функциями (Интернет, SIM-карты, MP3-плееры, смартфоны и другие устройства, беспроводная связь, навигаторы и т.п.) не только расширяет функциональность, но также изменяет сферы применения, включая автоматизированные системы управления, биллинговые системы, захватывая сферы здравоохранения, образования, предприятия малого и среднего бизнеса и многие другие. Повсеместное распространение высокоскоростных сетей приводит к необходимости использования интеллектуальных систем для управления данными, а также доступом в Интернет. В связи с этим в последние десятилетия в науке, технологии и инженерии появилось новое направление – посткомпьютерные науки, в котором выделяются разработки по построению и эксплуатации информационных сетей нового поколения, разработка и развитие коммуникационных и телекоммуникационных систем, разработка программного обеспечения и систем управления потоками данных, а затем – развитие проектов «интернета вещей», концепции *intelligent building*, которая сейчас развивается и включает в себя описание будущих решений и вопросы адаптации к применению в различных областях. Изменения, происходящие в науках, технологиях, инжиниринге и системах систем, и связанные с этим будущие вызовы, проявляются и находят свое отражение в исследованиях в области системотехники и системного анализа.

Отправными точками исследований в системном анализе являются структура и процессы, которые обеспечивают выживание сложных систем. Например, иерархическая структура является «сердцем» любой вычислительной или технической системы, и ее характеристики определяют ее эффективность, способы ее реализации и уровень ее безопасности для окружающей техносферы. Целью системотехнического исследования является определение необходимых свойств и характеристик для достижения максимальной эффективности работы системы. В том числе к максимальной устойчивости системы к воздействию случайных или преднамеренных негативных факторов. Существенный рост сложности систем, увеличение количества входящих в системы элементов, согласно теории, увеличивает вероятность отказов системы в какой-то части своей функциональности. При этом, негативное влияние подобных отказов может быть весьма и значительным: уже случившиеся аварии на АЭС или на нефтедобывающих платформах нанесли существенный урон биосфере. Все это порождает усиление требований к безопасности систем, контролируемости и предотвращению критических отказов.

Безопасность систем можно определить, как предотвращение преднамеренных или непреднамеренных помех правильной работе систем. Например, современные технические системы и изделия, обычно, включают в себя компьютеры, сети, операционные системы, приложения, программируемые и непрограммируемые контроллеры управления, датчики, исполнительные устройства. Каждый из этих элементов имеет характеристики надежности и может содержать уязвимости (недостаточную устойчивость к внешним воздействиям).

Необходимые технические (правовые, технологические, социальные) стандарты для построения системы и процессы поддержки безопасности не могут

быть формализованы в том виде, как это делается в управлении проектами. Тем не менее, существует ряд стандартов, требований, рекомендаций, которые могут обеспечить безопасность проекта. Первым примером стандартов управления безопасностью, которые закладывали основы безопасности систем на этапах проектирования и производства были стандарты ISO/IEC 21500. В странах западного мира они стали известны как стандарты ISO 64065, ISO/TAS 011-2004, ISO 14000.

Анализ процессов управления безопасностью в организации позволяет выявить как общие, так и специфические проблемы, характеризующие текущее состояние организации, и рассмотреть подходы к их решению. Как показывает практика, на этапе анализа может возникнуть необходимость в привлечении внешних консультантов. Если, например, на уровне проблемных областей (например, уязвимости системы, затраты на её сопровождение, затраты персонала и др.) очевидна необходимость анализа уже на этапе проекта, то при анализе процессов управления позволит сконцентрировать внимание на оценке текущего состояния процессов с точки зрения реализации бизнес-процессов и существующей в организации культуры. При этом, идентификация возможных рисков при эксплуатации системы, как внутренних (функциональность изделия, особенности дизайна, особенности процессов производства) так и внешних (возможные атаки на систему, среда окружения системы, естественный износ компонентов изделия) производится на этапе создания системы и порождает множество требований по обеспечению безопасности для этапа дизайна и проектирования системы.

Распространенные и широко применяемые при управлении проектами рекомендации PMI PMBOK [2] и стандарт управления проектами [3] описывают процесс управления рисками как активность, основанную на получении субъективных сведений от экспертов. При этом и PMBOK и стандарт признают, что полученный результат оценки рисков не может быть полон, поэтому официально вводят термин неизвестные неизвестные (unknown unknowns) для рисков, идентификация которых не проведена или невозможна, и рекомендуют вводить управленческие резервы в объеме до 30 % от стоимости реализации проекта, что при общей стоимости ежегодно реализуемых в мире проектов в размере более триллиона долларов составляет сумму, равную годовому ВВП нескольких стран.

Метод оценки видов и последствий отказов (Failure Mode and Effects Analysis, FMEA) был разработан в пятидесятых годах двадцатого века и сначала применялся для авиационной и космической техники как метод снижения количества возможных отказов в условиях существенной неопределенности поведения систем в новых условиях (первое формализованное нововведение FMEA было осуществлено в программе Apollo). Позднее FMEA начали применять в ядерной и военной промышленности, а затем в автомобилестроении.

В контексте настоящей работы, FMEA имеет те же недостатки, которые существуют и для процессов управления рисками в проектах по созданию систем и изделий: методы идентификации рисков, их описания, выработка методов митигации – экспертная оценка; сбор данных (мозговой штурм, интервью,

чеклисты прошлых проектов); анализ полученных данных (анализ первопричины, анализ допущений и ограничений, SWOT-анализ, анализ документации) – подразумевают сбор исходных данных с экспертов, а следовательно не являются объективными и порождают те же требования к верификации, что и при управлении рисками в общем:

- необходимо удостовериться в корректности и полноте идентификации необходимых экспертов;

- необходимо обеспечить корректность и полноту идентификации движущих идей (мотивации) выбранных экспертов, чтобы направлять функционирование рабочей группы в конструктивное русло;

- необходимо осуществлять грамотное, можно даже сказать виртуозное, управление работой экспертной группы (в том числе, в части идентификации и снижения влияния недружественных коммуникаций [4], присутствующих в любом коллективе);

- необходимо провести анализ полученных данных (описание рисков, оценку влияние, значимость рисков, описание мер митигации) на их полноту и качество.

В работе выдвинута гипотеза о наличии взаимосвязи между полнотой и качеством идентификации рисков и составом, эмоциональной температурой и конструктивностью при работе рабочей группы в процессе идентификации и описания рисков.

Вторая гипотеза, выдвигаемая в работе – возможность применения к оценке качества описания рисков, их значимости, их влияния, а также мер по митигации критериев, схожих с применяемыми для определения качества требований к системам. Действительно, меры по снижению негативного влияния риска, в общем смысле, являются требованиями к системе и должны соответствовать критериям качества, предъявляемым к требованиям согласно рекомендациям системной инженерии.

В работах, проведенных на кафедре системной инженерии института Искусственного интеллекта Российского технологического университета МИРЭА [5-7], рассматриваются вопросы оценки качества требований с применением методов формализованной и нечеткой логики, а также с применением нейросетей.

В рамках настоящей работы, для подтверждения выдвинутых гипотез, была проанализирована документация по анализу рисков и результатах проектов, рассматривавшихся в работе [8].

Для анализа было взято 3 проекта из 48, ранее проанализированных в работе [4]:

- проект 1: успешно завершен, сроки и бюджет соблюдены, команда 10 человек, влияние на 3 системы, объем трудозатрат 850 человеко-дней;

- проект 2: завершен с небольшой задержкой в пределах +10 % от первоначального плана, бюджет не превышен, команда 15 человек, объем трудозатрат 1800 человеко-дней;

- проект 3: принудительно завершен с признанием результатов приемлемыми, задержка по срокам +40 %, превышение бюджета +56 %, команда 32 человека, плановый объем трудозатрат 4512 человеко-дней.

Проведены расшифровки записей 8 совещаний по управлению рисками, 14 статусных совещаний и 14 презентаций проектов (инициация, статус, закрытие). Для оценки эффективности коммуникаций, расшифровки совещаний были подвергнуты анализу с применением инструмента, прототип которого описан в работе [8].

Полученные результаты однозначно говорят, что небольшой объем команды и более спокойная ситуация на совещаниях для проектов 1 и 2 привели к тому, что при реализации проектов не было выявлено дополнительных неидентифицированных рисков. В проекте же 3 на двух совещаниях из 4-х явно идентифицированы признаки обструкционных коммуникаций, что привело к снижению качества оценки рисков – финальное множество рисков, с которыми менеджер работал в процессе реализации проекта удвоилось, сроки и бюджет проекта не были выдержаны. Также, в проекте 3 описания рисков были сформулированы в более абстрактном виде, а средства митигации рисков были описаны неточно, не в соответствии с принципами S.M.A.R.T. [9], что, по мнению автора, так же является следствием недостаточной конструктивности в процессе идентификации рисков.

Таким образом, выдвинутая гипотеза о наличии взаимосвязи между полнотой и качеством идентификации рисков и составом, эмоциональной температурой и конструктивностью при работе рабочей группы в процессе идентификации и описания рисков не была опровергнута и нуждается в дальнейшем подтверждении в более развернутом исследовании с разработкой необходимых средств автоматизации и поддержки принятия решений.

Выдвинутая гипотеза о возможности применения к оценке качества описания рисков, их значимости, их влияния, а также мер по митигации критериев, схожих с применяемыми для определения качества требований к системам была подтверждена по крайней мере в части применимости к требованиям по обеспечению уменьшения степени негативного влияния соответствующих рисков.

В результате проведенной работы, осуществлена постановка задачи дальнейшей разработки метода оценки достоверности результатов идентификации и описания рисков с фокусом на:

- применение инструментов искусственного интеллекта для анализа текстов расшифровок стенограмм встреч для выявления признаков обструкционных приемов;

- создание шкалы оценок ожидаемой результативности встреч на основании результата анализа стенограмм;

- применение инструментов оценки качества формулировок для анализа результатов описания рисков (для управления проектами) или возможных отказов (для FMEA);

- применение инструментов оценки качества формулировок для анализа результатов описания мер митигации рисков (для управления проектами) или рекомендаций и требований (для FMEA);

- разработку и наполнение информационной системы для поддержки процесса управления рисками и процесса принятия решений при управлении проектами по созданию сложных технических систем, включающих в себя реализацию метода FMEA.

## Список литературы

1. Смирнов С.П. (2021) *Подход к митигации психологических рисков цифрового образования при преподавании системной инженерии / Стратегическое управление развитием цифровой экономики на основе умных технологий: монография // под ред. д-ра экон. наук, проф. А.В. Бабкина. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2021. – С.727-771.*
2. *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide), 6th edition. 2017 // Newton-square, PA: Project management institute, 2017.*
3. *The standart for project management. 2017. // Newton-square, PA: Project management institute, 2017.*
4. Смирнов С.П. Алгоритм и метод выявления обструкционных приемов в коммуникациях в ИТ-проектах / С.П. Смирнов // *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Естественные и Технические науки», 2021. – №5-2. – С. 88-92.*
5. Гайдамака К.И. Метод оценки качества технических требований на основе частеречных шаблонов и метрического классификатора // *Информатизация и связь. – 2021. – № 8. – С. 80-84.*
6. Белоногова А.Д. Применение методов машинного обучения для обеспечения качества спецификаций требований / А.Д. Белоногова, П.А. Огнянович, К.И. Гайдамака // *International Journal of Open Information Technologies. – 2021. – Т. 9, № 8. – С. 30-35.*
7. *Batrovrin V. Automated system for requirements assessment / V. Batrovrin, K. Gaydamaka // В сборнике: Proceedings - 2019 Actual Problems of Systems and Software Engineering, APSSE, 2019. – 2019. – С. 58-62.*
8. Смирнов С.П. О возможности применения нейронных сетей и машинного обучения для выявления обструкционных приемов в коммуникациях проектов по созданию сложных технических систем для Индустрии 4.0. / С.П. Смирнов // *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Естественные и Технические науки», 2022. – №6-2. – С. 88-92.*
9. *Doran G.T. There's a S.M.A.R.T. way to write management's goals and objectives / G.T. Doran // Management Review. – 1981. – Vol. 70, no. 11. – P. 35–36.*

## ОСОБЕННОСТИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ В ОРГАНИЗАЦИЯХ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

Студент гр. И340601/01 Е.А. Байда,  
Научный руководитель А.А. Маслова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

**Аннотация.** Обоснована важность перехода от определений «безопасности полётов» в абсолютных категориях, использовавшихся до последнего времени в гражданской, государственной и экспериментальной авиации, к более динамичному обобщённому понятию. При решении медицинских



*задач по предотвращению авиационных происшествий оперирование понятием «безопасность полетов» предполагает понимание этой категории как состояния, при котором риск причинения вреда лицам или нанесения ущерба имуществу снижен до приемлемого уровня и поддерживается на этом, либо более низком уровне посредством непрерывного процесса выявления источников опасности и контроля факторов риска.*

Ужесточение международных нормативов безопасности и усиление внутригосударственных угроз социального, техногенного и природного характера приводят к обострению, повсеместно актуальных проблем обеспечения безопасности транспортных средств, в частности безопасности полетов ВС. Участие РФ в Конвенции ИКАО, подтверждает тот факт, что вопросы обеспечения транспортной безопасности являются безусловным приоритетом в области государственного регулирования ГА. В ноябре 2013 года вступило в силу Приложение 19 «Управление безопасностью полетов» к Конвенции ИКАО. К компетенции каждого государства – участника Конвенции, отнесено формирование государственных программ внедрения систем управления безопасностью полетов (СУБП).

Одновременно с разработкой Приложения 19 к Конвенции по управлению безопасностью полетов ИКАО выпустила третью редакцию Руководства по управлению безопасностью полетов (далее – РУБП). РУБП является инструктивным материалом для формирования государствами требований к СУБП эксплуатанта, разработки и внедрения СУБП поставщиками обслуживания и продукции. В данный момент времени уже существует четвертая редакция РУБП.

Также на сегодняшний день, на государственном уровне, в сфере обеспечения безопасности полетов в РФ, существуют нормативные акты, подкрепляющие наличие и применение систем и программ, позволяющих оценивать и управлять безопасностью полетов. То насколько эффективны данные меры свидетельствует анализ безопасности полетов гражданской авиации. Анализ безопасности в данной работе произведен по данным из отчетов по безопасности полетов, такие отчеты есть в свободном доступе на официальном сайте ИКАО «Отчет по безопасности за 2019 год», и сайте ИАТА «Отчет по безопасности полетов за 2020 год».

Международная Организация Гражданской Авиации (ИКАО) ежегодно публикует отчет по безопасности полетов, так в 2020 году был выпущен отчет по безопасности полетов за 2019 год «2020 Safety Report». В отчете приводятся несчастные случаи только с воздушными судами, которые используются для коммерческих перевозок и с максимальной взлетной массой более 5700 кг. Данные о катастрофах и инцидентах перед публикацией проверяются и подтверждаются Группой ИКАО по изучению показателей безопасности (SISG-ICAO Safety Indicators Study Group) [1].

Авиационное происшествие практически всегда происходит в результате взаимосвязи нескольких разных причин, следствия которых составляют последовательность внешне несвязанных друг с другом событий.

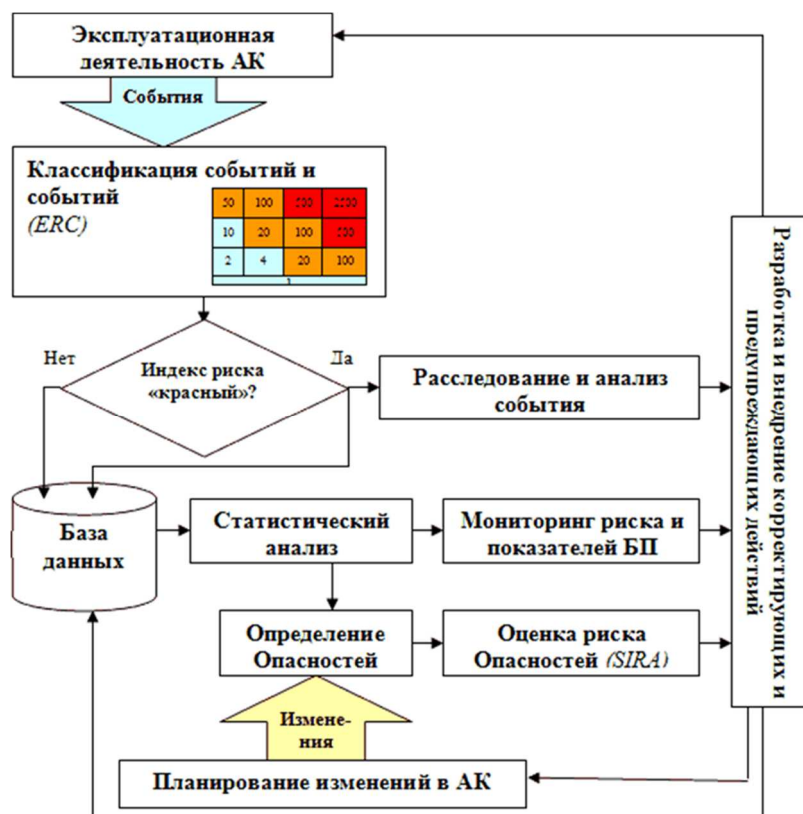
Предотвращение происшествия состоит в выявлении и устранении таких причин до того, как замкнется последнее звено в данной цепи.

При всем многообразии подходов, процесс управления риском в общем виде состоит из четырех основных этапов.

1. Выявление (идентификация) факторов опасности.
2. Оценка риска с позиций вероятности и серьезности факторов риска.
3. Оценка и допустимость факторов риска.
4. Контроль/уменьшение факторов риска. Как правило, сложности связаны с разработкой и внедрением методов выявления факторов опасности и методов оценки риска.

Индекс фактора риска для безопасности полетов, полученный на основе матрицы оценки риска для безопасности полетов, переносится на матрицу допустимости риска для безопасности полетов. Процесс реализует все три метода оценки риска: «реактивный», «активный» и «прогностический». Общая схема приведена на рисунке.

Стартовая точка – это данные (события) как результат выявления факторов опасности. Для принятия срочных действий выполняется первоначальная классификация событий посредством процедуры оценки индекса событий риска (ОИРС). Данные поступают в базу данных, выполняется статистический анализ с использованием обычных статистических инструментов для того, чтобы выявить опасности. Здесь же выполняется текущий мониторинг риска. Ключевой шаг – это выявление опасностей, которые затем становятся предметом детальной оценки риска. Опасности – это уже не единичные события, а хорошо определенные предметы, которые выявляются на основе изучения некоторого множества событий и предполагаемых изменений в деятельности авиакомпании (АК).



Принципиальная схема предлагаемого процесса управления риском в АК

Корректирующие/предупреждающие действия разрабатываются на основе как процедуры ОИРС, так и статистического анализа, и мониторинга риска и, разумеется, процедуры оценки риска опасностей (ОРО). Действия фиксируются в БД. Обратная связь обеспечивается корректировкой эксплуатационной деятельности и предполагаемых изменений [2].

На пути развития авиационного события (АС), как правило, существуют две группы барьеров: «барьеры предотвращения» и «барьеры парирования». Если не срабатывает первая группа барьеров, происходит некоторое нежелательное событие. Оно может перерасти в АС в том случае, если недостаточно эффективны барьеры парирования.

Для сравнительного анализа используют показатель – частота инцидентов и катастроф. Данное значение отображает какое количество катастроф и инцидентов произошло на миллион выполненных полетов. Показатель используется для объективной оценки состояния безопасности полетов в условиях постоянного роста воздушных перевозок. По данным ИКАО частота катастроф растет ежегодно с 2016 года, так в 2016 году значение составляло 2.1, в 2019 году уже 2.9. Наблюдается постоянное увеличение значения частоты катастроф за обозначенный период.

В 2019 году в результате катастроф регулярных коммерческих полетов погибло 234 человека, что существенно ниже, чем в 2018 году. Количество катастроф также уменьшилось по сравнению с 2018 годом и составило 6 против 11.

В отчете представлена информация по количеству катастроф в различных регионах ИКАО. В данном случае наибольшее число катастроф произошло в самом обширном – Европейском регионе (EUR), в который входит Российская Федерация. В опубликованном отчете, в списке произошедших авиационных событий за 2019 год ВС Российской Федерации упомянуты четыре раза. Два инцидента, один с воздушным судном ATR 42-500, второй – с ВС Airbus A321-200. Одна катастрофа с ВС Sukhoi Superjet 100-95B, еще одна катастрофа с ВС Antonov AN-24RV [2].

В результате двух катастроф погибло 43 человека. Международная ассоциация воздушного транспорта (ИАТА) в апреле 2021 года опубликовала отчет по безопасности полетов за 2020 год. В отчете приведены данные по авиационным инцидентам и катастрофам во всем мире и в частности эксплуатантов, которые являются операторами ИАТА. В случае с российскими эксплуатантами операторами ИАТА являются девять авиакомпаний. В их число входит: Аэрофлот, AirBridgeCargo, Nordavia, Nordwind Airlines, Авиакомпания Россия, S7 Airlines, Ural Airlines, Utair, Волга-Днепр. Данный отчет гласит о том, что частота катастроф по всему миру увеличилась на 54%, по сравнению с 2019 годом, и наблюдается отрицательная тенденция в области безопасности полетов. Количество катастроф операторов ИАТА снизилось с 8 (в 2019 году) до 5 (в 2020 году).

Вместе с тем в отчете опубликованы данные о частоте катастроф по регионам. В данном случае наиболее любопытны значения для региона СНГ (CIS) в который входит Российская Федерация. Для региона СНГ значение за 2020 год

составляет 6.07, что больше чем в 2019 (значение 4.04). Но значение, в сравнении с другими регионами, весьма высокое, выше только в регионе Африки и Индии (AFI). В целом для мира и членов ИАТА и ИКАО складывается не совсем очевидная картина и тенденцию отследить сложно, но регион СНГ, в частности, Россия, по данным последних лет, должны принять меры для осуществления более эффективного обеспечения безопасности, с помощью собственных средств, либо сторонней помощи – аудитов по безопасности, принятие международных программ, новых методик и помощи эксплуатантов, успешно поддерживающих уровень безопасности полетов на должном уровне.

Помимо этого весьма успешным методом является принятие и реализация программы рекомендуемых ИКАО.

Таким образом, заключительной частью процесса обработки риска, является подготовка и внедрение плана корректирующих и предупреждающих действий. Разработка корректирующих действий является завершающим этапом на рисунке. Цель процесса мониторинга и корректировки – определение положительного или отрицательного эффекта от применения процесса управления риском и определение правильности корректирующих мероприятий. Данный этап необходим, так как управление рисками не является одноразовым мероприятием.

Вероятность и последствия идентифицированных в прошлом рисков могут измениться, также могут появиться и новые риски. Иногда отсутствие инцидентов и происшествий не является следствием хорошей работы по организации процесса управления рисками, а объясняется благоприятным стечением обстоятельств. Среди методов проведения процесса мониторинга и корректировки можно выделить проведение внешних и внутренних аудитов. Мониторинг осуществляется благодаря отчетам производственных подразделений и аналитической деятельности служб авиакомпании. Составление отчетов позволяет обеспечивать руководству «обратную связь», позволяет анализировать текущую деятельность предприятия. Также на данном этапе должен быть описан весь сценарий подхода к процессу управления рисками в отношении безопасности полетов [3].

В целом, риск авиационного происшествия может быть в значительной мере снижен благодаря целенаправленной работе по профилактике как эксплуатационных ошибок, так и ошибок персонала, следовательно, безопасность полетов – это категория, которой можно и следует управлять.

### **Список литературы**

1. *Официальный сайт АО Авиакомпания «Россия» // <https://www.rossiya-airlines.com>. Дата обращения: 11.05.2022 г.*
2. *Волкова Л.М. Ресурсы развития стрессоустойчивости в профессиональном становлении будущих пилотов / Л.М. Волкова // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2021. – № 9 (199). – С. 52-54.*
3. *Золотых В.И. Определение понятия «безопасность полетов» / В.И. Золотых // Проблемы безопасности полетов. – 2021. – № 4. – С. 18-22.*

## ХАРАКТЕРИСТИКА И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДИК ЭЛМЕРИ И «ПЯТИ ШАГОВ» ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ

Студент гр. И340601/01 Е.А. Байда,  
Научный руководитель А.А. Маслова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Обоснована важность перехода от определений «безопасности полётов» в абсолютных категориях, использовавшихся до последнего времени в гражданской, государственной и экспериментальной авиации, к более динамичному обобщённому понятию. При решении медицинских задач по предотвращению авиационных происшествий оперирование понятием «безопасность полетов» предполагает понимание этой категории как состояния, при котором риск причинения вреда лицам или нанесения ущерба имуществу снижен до приемлемого уровня и поддерживается на этом, либо более низком уровне посредством непрерывного процесса выявления источников опасности и контроля факторов риска.

Ответственность за обеспечение технически исправных самолетов, постоянной наземной поддержки, эффективных методов управления рисками и обученных летных экипажей для перевозки пассажиров к месту назначения является обязанностью эксплуатанта. Недостатки в любой из этих областей могут в любой момент поставить под угрозу безопасность авиакомпании. Для того, чтобы контролировать недостатки и предотвращать авиационные события, эксплуатанты принимают множество мер, как технических, так и организационных.

В системе Элмери уровень рисков в подразделении и на предприятии оценивается по индексу безопасности (индекс Элмери) [1]:

$$\text{Индекс Элмери} = \frac{\text{Пункты «Хорошо»}}{\text{Пункты «Хорошо»} + \text{Пункты «Плохо»}} * 100 \%$$

По сути, данный индекс показывает сколько процентов от всех действующих на рабочем месте опасных и вредных производственных факторов соответствуют нормам (требованиям). Недостатком данного метода является отсутствие разделения опасных и вредных производственных факторов по степени вредности/опасности. То есть одинаковое влияние на конечную оценку окажут все выявленные нарушения, не зависимо от того, к каким последствиям они могут привести. Данный недостаток осложняет процесс планирования мероприятий по уменьшению риска и значительно искажает истинную картину опасности на объекте.

Модель британской «Пяти шагов». Данная модель предполагает, что все несчастные случаи на предприятии являются результатом нарушения системной защиты, предназначенной для предотвращения опасностей, снижающих уровень

безопасности. Опасностей в коммерческой авиации большое количество (метеорологические условия, пассажиры, отказы техники). Популярная поговорка в авиационной отрасли: если эксплуатант хочет избежать угроз безопасности, он должен держать свои самолеты на земле. Это невозможно, поэтому авиакомпания, регулирующие органы, производители и другие заинтересованные стороны в авиации должны создавать системы защиты безопасности. Считается, что есть методы защиты системной безопасности, которые обозначаются как «жесткие» и «мягкие». Жесткие системные средства защиты - это те средства защиты, которые в основном связаны с конструкцией самолетов, такие как автоматика, приборы и системы предупреждения о самолетах и другие. Хорошим примером жесткой системной защиты является система предотвращения столкновений (TCAS).

TCAS - это часть оборудования на многих самолетах, обеспечивающая экипажам визуальные и звуковые предупреждения о пролетающих рядом самолетах, для предотвращения столкновений в воздухе. Мягкая защита распространена в авиации. Обычно это правила, стандартные операционные процедуры, правила подготовки, процесс обучения, техническое обслуживание самолетов, правила управления воздушным движением и, самое главное, пилоты, которые часто являются последней линией защиты от опасностей. Британской «Пяти шагов» на рисунке 1 представляют множество уровней системной защиты (твердой и мягкой) в коммерческой авиации. К сожалению, не все системные средства/методы защиты от опасностей в авиации идеальны; у них могут быть слабые места, символизируемые дырочками в сыре разного размера, большими и маленькими. Чем больше отверстие, тем больше вероятность того, что производственная опасность проникнет через защиту. Если выстроится слишком много отверстий, это может привести к аварии.

Таким образом, обнаружение и закрытие этих отверстий является основой предотвращения авиационных событий. Однако для того, чтобы это совершить, необходимо понимание того, что вызывает эти дыры [2].

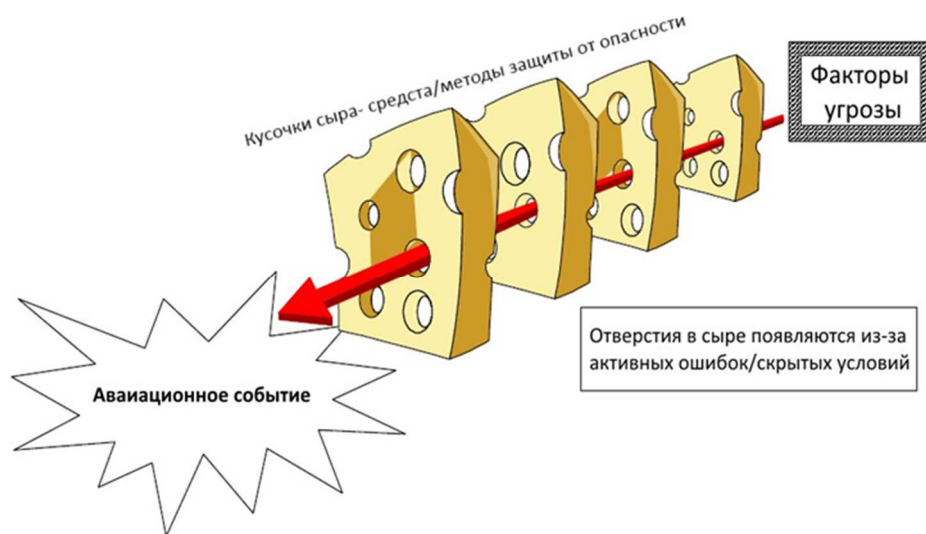


Рис. 1. Модель британской «Пяти шагов»

Бреши (дыры) в системной защите вызваны активными ошибками и скрытыми условиями. Активные ошибки – это небезопасные действия,

совершаемые членами экипажа, диспетчерами, сотрудниками наземных служб и другими. Когда они совершаются, они немедленно влияют на безопасность, и зачастую ставят под угрозу наиболее продуманные системные средства защиты. В отличие от активных ошибок, совершенных отдельными лицами на производственных уровнях, другие бреши в защите, известные как скрытые условия, исходят от более высоких уровней системы, таких как регулирующие органы, производители и руководство авиакомпании. Скрытые условия обычно бездействуют в течение долгих периодов времени, до тех пор, пока они не начнут взаимодействовать с активными отказами, такими как ошибка пилота, способствуя возникновению аварии.

Для коммерческой авиации скрытые условия могут включать плохой организационный климат (культуру компании), ошибочные управленческие решения, недостатки в конструкции самолета, небрежное техническое обслуживание, недостаточную подготовку пилотов, неоднозначные процедуры или отказы автоматизации. К сожалению, многие скрытые состояния являются результатом неспособности предвидения и обычно выявляются только при расследовании авиационных катастроф. Активные сбои, такие как ошибка пилота, кратковременны и обычно влияют на безопасность лишь одного полета.

С другой стороны, скрытые условия более распространены, что может поставить под угрозу безопасность всех рейсов эксплуатанта. Для того чтобы понять, каким образом эксплуатант может эффективно осуществить мероприятия по повышению степени контролирования ошибок, очень важно изучить процессы, составляющие повседневную деятельность авиакомпании, тот тип корпоративной культуры, который эти процессы порождает, а также отношение этой организации к совершаемым ошибкам и к наказанию за них.

Это позволит оценить эффективность методов управления, используемых эксплуатантом для обеспечения того, чтобы действия экипажей в полете всегда оставались в пределах «зеленого сектора». Необходимо помнить следующее: люди живут не в вакууме, поэтому их поведение подвержено влиянию многих внешних воздействий; корпоративная культура это мандат авиационной организации, обуславливающий характер принятия решений ее персоналом; люди демонстрируют те типы поведения при выполнении своих обязанностей, которые взрастил сам эксплуатант и которые, по их мнению, организация ожидает от них.

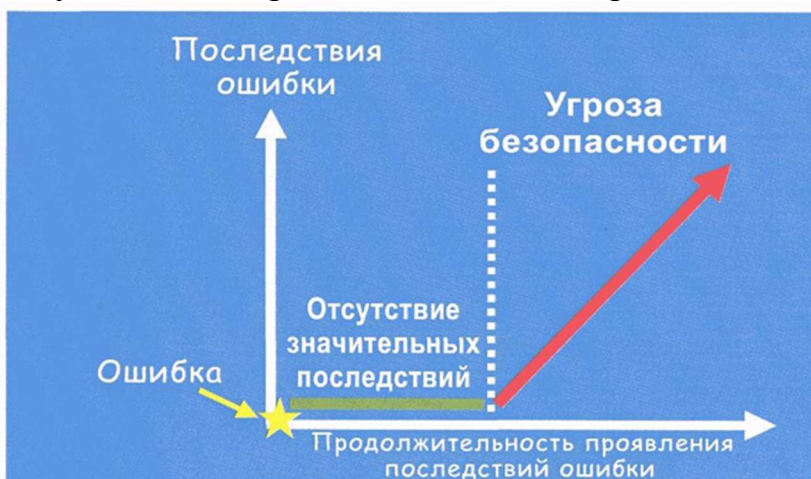


Рис. 2. Осознание ошибок при эксплуатации ВС

Отрезок «Отсутствие значительных последствий» на рисунке 2 называется буферной зоной. Это некий период времени, который позволяет выйти из ситуации, создавшейся в результате последствий ошибки. Чем больше сопротивление буфера или чем дольше этот период времени, тем сильнее становится способность среды, в которой трудится человек, к внутреннему сопротивлению и выдерживанию негативных последствий ошибок человека. Чрезвычайно важно, чтобы эксплуатант понимал разницу и имел средства для определения ошибки и нарушения [2].

Ошибка – это продукт ограниченных возможностей человека. Ошибки неизбежны, они всегда сопровождают человека в его деятельности, ввиду человеческих особенностей. Это принцип, на котором основывается модель контролирования ошибок. Поэтому необходимо обучать пилотов исправлению совершенных ошибок, но при этом стоит большое внимание уделять нарушениям. Особенно важным фактором является культура организации, как руководство относится к ошибкам и нарушениям со стороны пилотов.

### Список литературы

1. *Официальный сайт АО Авиакомпания «Россия» // <https://www.rossiya-airlines.com>. Дата обращения: 11.05.2022 г.*
2. *Попов Ю.В. Анализ данных об авиационных происшествиях / Ю.В. Попов, Е.С. Диогенов // Научный вестник ГосНИИ ГА. – 2021. – № 36. – С. 130-137.*

## ОБЗОР И АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА

Студент гр. 340601/01 Д.В. Гречишкина,  
Научный руководитель Л.Э. Шейнкман  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* Охрана труда в современном мире становится все более актуальной темой. С каждым годом, несмотря на меры, предпринимаемые в различных странах, растет производственный травматизм и количество профессиональных заболеваний, отсюда следует, что внимание в мире к проблемам безопасности труда становится все выше. В данной работе произведен анализ методик, посвящённых выявлению связей между воздействием опасных и вредных факторов производственной среды и вероятности причинения вреда жизни и здоровью работника. Описаны принципы, на которых основываются данные методики. Кроме того, рассматриваются воздействия профессиональных рисков, а также методы оценки профессиональных рисков.

Современный этап развития мирового сообщества характеризуется ростом угроз различной природы, поэтому обеспечение безопасности личности, общества и государства в различных сферах жизнедеятельности является приоритетной



задачей государственной политики, научно-практической и общественной деятельности [1].

Существующие отечественные и зарубежные методики, посвященные выявлению и обоснованию связи между длительным воздействием опасных и вредных производственных факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса и вероятности причинения вреда жизни и здоровью работника, предназначены для выявления ряда корреляционных связей, важнейшими из которых являются:

- причинно-следственных взаимосвязи факторов риска и видов утраты здоровья и трудоспособности - работа в определенных отраслях экономики, производствах и занятости длительное время по определенным профессиям, вызывающим риск производственно-обусловленной и профессиональной заболеваемости, производственного травматизма, последствиями которых выступает временная и/или постоянная утрата трудоспособности и летальный исход;

- вероятность проявления профессиональных рисков и степень (тяжести) их последствий – в конкретных профессиональных группах и на индивидуальном уровне оценивается, когда анализируются случаи наступления утраты временной и/или постоянной трудоспособности, в том числе приводящей к инвалидности;

- возраст потерпевших на производстве (из-за вредных факторов производственной среды или неблагоприятных психофизиологических факторов трудового процесса), так называемый средний возраст инвалидности из-за несчастного случая на производстве или средний возраст погибших на производстве;

- факторы риска, вероятность их проявления и степень (тяжести) их последствий, с одной стороны, и виды предоставляемых компенсационных выплат и длительность получения пособий или пенсий, с другой стороны.

Среди повреждающих воздействий профессиональных рисков выделяются следующие их виды [2]:

- утрата временной трудоспособности;
- наступление стойкой нетрудоспособности (постоянная нетрудоспособность);

- профессиональное заболевание и необходимость оказания пострадавшим на производстве медицинского лечения, медицинской, социальной и профессиональной реабилитации;

- летальный исход из-за несчастных случаев на производстве и необходимость социальной защиты иждивенцев погибших, вследствие несчастного случая на производстве или профессионального заболевания.

Следует отметить, что для целей оценки последствий наступления профессионального риска, с позиции страховой защиты, в наиболее обобщенном виде результирующими последствиями выступают показатели утраты трудоспособности: временной или постоянной, частичной или полной. Данные показатели, их качественные и количественные характеристики позволяют выделять и классифицировать профессии, для которых целесообразно применить те или иные формы страхования утраты трудоспособности, связанной с

профессиональной деятельностью.

При оценке профессиональных рисков применительно к сфере управления охраной труда в практике российских предприятий используют методы, которые условно можно разделить на две группы.

Первая группа - это методы, оценивающие риск возникновения производственных травм работников в процессе трудовой деятельности.

Вторая группа – это методы, основанные на разработках специалистов медицины труда, с помощью которых устанавливаются количественные закономерности возникновения профессиональных заболеваний работников под воздействием вредных факторов производственной среды и трудового процесса.

Обе группы методов предназначены для разработки профилактических мер по снижению и предупреждению риска ущерба здоровью.

В основе методов, оценивающих риск производственного травматизма, используется факторный анализ причин травматизма: несовершенство техники и оборудования, нарушения правил по организации работы с учётом правил техники безопасности и т.д. В основном они совпадают с методами, используемыми в экономически развитых странах.

Что касается методов по оценке профессиональной заболеваемости, то отечественная практика опирается в значительной степени на доктрину нулевого риска и пороговые значения повреждающих эффектов факторов производственной среды (Согласно доктрине «нулевого риска», при наличии вредных факторов, содержание которых меньше их величин по сравнению с установленными предельно допустимыми концентрациями (ПДК) и предельно допустимыми уровнями (ПДУ), безопасность человека при нормальной продолжительности рабочей смены и недели, обеспечивается на протяжении всей трудовой и после трудовой жизни), которые в экономически развитых странах в последние десятилетия подвергаются сомнению [3].

Устоявшаяся сегодня позиция представителей экспертного сообщества медицины и безопасности труда состоит в том, что воздействие вредных и опасных факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса на организм работающих устранить полностью невозможно. Речь может идти только о минимизации уровней риска.

При этом в качестве важнейшего концептуального и методологического подхода выступает категория «профессиональный риск». В ее основе лежит современный взгляд учёных гигиенистов, токсикологов, профпатологов, социологов и экономистов на сложную природу проявления влияния производственной среды на организм работающего человека. Считается, что производственная деятельность, как и любая сфера деятельности человека [2], сопряжена с неустранимым наличием риска для человека. Риск профессиональной деятельности – профессиональный риск выступает угрозой для здоровья и жизни человека. При этом возросшая преобразовательная энергия людей приносит им не только блага, в первую очередь повышение производительности труда, улучшение качества и рост уровня жизни, но и негативные результаты, ставя под угрозу существование людей.

В этой связи важнейшей концептуальной установкой на предметное поле

профессионального риска является его изучение в тесной увязке объектно-субъектных взаимосвязей, которые выражаются [3]:

- в неопределенности проявления риска для конкретного человека;
- в возможности описания риска с помощью только вероятностных характеристик его наступления для значительных по численности профессиональных групп работающих;
- в проявлении риска как результата сложного комплекса взаимоувязанных факторов условий труда и трудового процесса (воздействие технической системы на человека), биологического состояния человека и его здоровья (восприятие факторов риска);
- в необходимости применения разнообразных механизмов и институтов защиты от рисков в форме охраны и медицины труда, социального страхования и реабилитационного обеспечения.

Каждую из сфер риска – формирующую профессиональный риск (техническая и технологические системы), воспринимающую риск (профессиональные группы работников) и оценивающую риск (медицинские службы и службы техники безопасности) – важно изучать и анализировать с позиции результирующего эффекта взаимодействия существующих видов и уровней рисков, а также работников, выступающих одновременно субъектами и объектами риска, которые испытывают на себе проявление различных видов рисков и их интенсивности на протяжении всей трудовой жизни.

### Список литературы

1. Акимов В.А. Основы анали и управления риском в природной и техногенной сферах / В.А. Акимов, В.В. Лесных, Н.Н. Радаев. – М.: Деловой экспресс, 2004. – 252 с.
2. Бек У. Общество риска. На пути к другому модерну / У. Бек. – М., 2000.
3. Карначев И.П. Обеспечение безопасности труда в производственной сфере (на примере промышленных предприятий горно-энергетического комплекса Кольского Заполярья): монография / И.П. Карначев, Б.В. Ефимов, А.Н. Никанов // – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2006. – 169 с.: ил.

## ШУМОЗАЩИТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОВРЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ ШУМОЗАЩИТНЫХ ЭКРАНОВ

Студент гр. 340601/01 Д.Д. Ельтищева,  
Научный руководитель Л.В. Кашинцева  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

**Аннотация.** Цель – оценка эффективности шумозащитных материалов, их плюсы и минусы. Методы исследования. Проведен анализ специализированной литературы, посвящённой шумозащитным сооружениям. Анализ данных, полученных в результате работы со статистическими материалами, позволил сделать выводы о эффективности сооружений, снижающих уровень шума.

Одним из основных источников внешнего шума на городских территориях являются потоки автотранспортных средств. Любой шум, в том числе транспортный, оказывает неблагоприятное воздействие на организм человека: вызывает изменения в центральной нервной системе, способствует возникновению сердечно-сосудистых заболеваний, влияет на скорость дыхания и частоту пульса, является причиной гипертонической болезни и нарушения обмена веществ. Шум так же вызывает нарушение желудочно-кишечной функции, изменяя кислотность и приводя к язвам и гастритам, действует на вестибулярный аппарат, вызывая тошноту и нарушение координации движений, вызывает нарушение концентрации внимания, ухудшает восприятие цветовых и звуковых сигналов [1].

При длительном воздействии шума часто возникает чувство усталости и развиваются признаки утомления. Очень сильное влияние оказывает шум на быстроту реакции, сбор и обработку информации, и мыслительные процессы, что ведёт к снижению производительности труда и качеству выполняемой работы. Шум обладает кумулятивным (накапливающим) действием. У пожилых и больных людей реакция на шумовое раздражение, как правило, более выраженная [2].

В современных городах, в условиях стесненной городской застройки и высокой плотности улично-дорожной сети, эквивалентные уровни звука на территории жилой застройки, а также в жилых и общественных помещениях часто превышает нормативные значения, что и является часто причиной дискомфорта и ухудшения самочувствия у населения.

Существуют разные способы снижения шума от городского шума. Наиболее эффективными строительно-акустическими средствами являются придорожные шумозащитные экраны, размещаемые между источниками шума и объектами защиты от шума [3].

Что касается шумозащитных характеристик материалов для шумозащитных экранов, ниже рассмотрены возможные варианты моделей и их преимущества.

Безопасное закаленное стекло, многослойные небьющиеся стекла и пластиковые материалы используются при строительстве прозрачных экранов. Обеспечивать требуемую звукоизоляцию, не повреждаемость при воздействии ветровых нагрузок, при монтажных и ремонтных работах должна толщина стекла (пластмассы). Фундамент экранов из стекла и пластмассы должен быть прочным во избежание появления трещин при неравномерной осадке грунта, упругая прокладка должна обеспечивать температурное удлинение. Стекланные экраны устраивают на железобетонном цоколе, в котором закрепляются стойки для защиты от камней, вылетающих из-под колес автомобилей или рабочих органов дорожных машин [4].

Рекомендуется сделать в нижней части экрана устройство монолитного основания из бетона, толщиной 40 см, заглубленного в грунт с обеспечением стока воды, для защиты стоек шумозащитного экрана от коррозии, неравномерной осадки основания.

Требуется очистка стекланных экранов не реже 2-3 раз в год в зависимости от интенсивности движения, климатических и погодных условий для обеспечения

их прозрачности. Необходимо учитывать вероятность получения ран, загрязнения придорожной полосы, пешеходных дорожек и т.д. острыми осколками при строительстве экранов с элементами из стекла. Придание экрану наклона в сторону проезжей части является одним из возможных решений для предотвращения разлета осколков.

Высокой способностью отражать свет фар автомобиля обладает стекло. Для защиты водителей от света фар встречных автомобилей необходимо проектировать достаточно высокий цоколь, сохраняя при этом возможность хорошего обзора, либо предусматривать наклон экрана.

Обладая высокими акустическими свойствами, пластмасса лучше стекла поддается обработке, более технологична, для крепления можно применять болтовые соединения. Она является практически небьющимся материалом, но теряет свою прозрачность из-за царапин в результате наезда автомобилей, попадания камней, мытья сильно загрязненных поверхностей. Более подходящим материалом для строительства прозрачных экранов является поликарбонат [5].

Шум – совокупность звуков, различных по частоте и интенсивности, вредно влияющих на организм человека. Для понимания масштаба проблемы шумового загрязнения в Туле, определения стратегии снижения шума в городе и объема затрат необходимых для снижения уровней шума до нормативных значений, необходимым условием является наличие информации об акустическом состоянии окружающей среды. Наблюдается даже увеличение масштаба этой проблемы, несмотря на снижение шумовых характеристик подвижного состава городского транспорта, технологического и вентиляционного оборудования объектов производственного, топливно-энергетического и коммунального назначения.

### Список литературы

1. Хадарцев А.А. Такой привычный вредитель. Несоответствие численных значений относительной дозы шума ГОСТ 12.1.003-83 действующим гигиеническим нормативам / А.А. Хадарцев, А.Г. Хрупачев, Л.В. Кашинцева // Стандарты и качество. – 2010. – № 12. – С 42-44.

2. Кашинцева Л.В. Определение интенсивности движения автотранспортных средств для оценки шумовой характеристики транспортного потока / Л.В. Кашинцева, А.С. Никихин // В сборнике: энерго- и ресурсосберегающие экологически чистые химико-технологические процессы защиты окружающей среды. Международная научно-техническая конференция. – 2015. – С. 40-48.

3. Иванов Н.И. Влияние материала на акустическую эффективность шумозащитных экранов. *Noise Theory and Practice* / Н.И. Иванов, А.Е. Шашугин, Ю.С. Бойко. – 2016. – Т.2, № 4(6). – С. 24-28.

4. <https://www.rts-tender.ru/poisk/gost/32957-2014>

5. Методические рекомендации по защите от транспортного шума территорий, прилегающих к автомобильным дорогам, ОДМ 218.2.013-2011

## АНАЛИЗ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЙ БАЗЫ В ОБЛАСТИ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ В РФ И ДРУГИХ СТРАНАХ

Студент гр. 340601/01 Ю.В. Боева,  
Научный руководитель Л.В. Кашинцева  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* статья посвящена обзору нормативно-правовой базы оценки профессиональных рисков в Российской Федерации, а также в странах Европы и США.

Профессиональные риски являются одной из важнейших проблем, как на этапе создания, так и в период эксплуатации производства, так как здоровье и жизнь человека очень важны. Во всем мире постоянно ведется разработка нормативно-правовых документов в области охраны труда и уменьшения профессиональных рисков. В Российской Федерации этот вопрос как никогда актуален, так как в Российской Федерации существует множество как международных производственных объектов, так и малых локальных производств, где стоит улучшать качество охраны труда и уменьшать профессиональные риски.

Термин «профессиональный риск» обрел правовой статус в Российской Федерации в 1998 году после принятия Федерального закона № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». Согласно 125-ФЗ профессиональный риск – это вероятность повреждения (утраты) здоровья или смерти застрахованного, связанная с исполнением им обязанностей по трудовому договору и в иных, установленных настоящим Федеральным законом, случаях.

Следующим большим изменением было внесение в Трудовой кодекс Российской Федерации определения профессионального риска, связанного с правилом и порядком его оценки в 2011 году. Согласно ТК РФ, профессиональный риск- вероятность причинения вреда здоровью в результате воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов при исполнении работником обязанностей по трудовому договору или в иных случаях, установленных настоящим Кодексом, другими федеральными законами. Порядок проведения, а также срок оценки уровня профессионального риска устанавливает государственный орган, который ответственен в области нормативно-правового регулирования охраны труда РФ. Тогда же и было введено такое понятие как «управление рисками», что предполагает уменьшение уровня профессиональных рисков на производстве при помощи мероприятий, направленных на их снижение и мониторинг.

Были внесены изменения в 10 раздел Трудового кодекса Российской Федерации, связанные с регулированием оценки рисков Федеральным законом. Помимо этого, вышел Приказ Роструда № 77 от 21.04.2019, в котором описываются методические рекомендации в области проверки и создания системы

охраны труда. Т.к. оценка и управление профессиональными рисками является частью системы управления охраны труда, с введением этого закона ужесточатся проверки, что положительно скажется на соблюдении норм охраны труда, а в следствии и снизятся профессиональные риски на производствах.

Ростехнадзор и Министерство труда с 1995 года ведут статистику происшествий и условий труда в разных отраслях производств, которая публикуется ежегодно в виде отчетов на сайте Министерства труда за прошедший год. Отчет включает в себя собранные данные по несчастным случаям на предприятиях, статистику в сравнении с прошлым годом, а также аналитическую информацию, в которой описываются главные причины, послужившие возникновению несчастных случаев. США и страны Евросоюза начали активное развитие в области оценки профессиональных рисков после того, как была принята в 1989 году директива 89/391/ЕЭС «О проведении мероприятий для содействия улучшениям в области охраны труда и безопасности работников на рабочем месте». После этого, странам ЕС были даны рекомендации по подготовке реестров несчастных случаев на производствах, это было необходимо для создания общей европейской базы по несчастным случаям на производствах. Данная база послужила отправной точкой в глобальном улучшении условий и безопасности труда [2].

Результатом проведенной работы стала база ЕСНСП (Европейская Статистика Несчастных Случаев на Производстве) (ESAW – European Statistics on Accidents at Work) в которой представлена обширная статистическая база данных несчастных случаев, созданная в результате сбора информации с большинства производств. В ней рассматриваются такие вопросы как:

- Какие опасности могут возникать при работе с тем или иным оборудованием?

- Какие причины травм и профзаболеваний являются главными при работе с тем или иным оборудованием или материалами?

- В каких сферах производств чаще всего происходят происшествия?

- Какая категория сотрудников предприятия находится в наибольшей зоне риска?

- В каких ситуациях работники могут подвергаться наибольшей степени риска?

- Помимо вопросов, собранная в базе ЕСНСП информация затрагивает такие пункты в определении профессиональных рисков как:

- Месторасположение трудовой зоны или места проведения работ на территории предприятия;

- Безопасность используемого оборудования или рабочего инструмента, а также материалов, применяемых при работе;

- Отслеживание методики исполнения задач сотрудниками, их длительность и частота выполнения;

- Применяемые меры для идентификации и снижения профессиональных рисков на производстве;

- Используемые на предприятии средства индивидуальной защиты и средства коллективной защиты;

– Мониторинг и анализ причин происшествий, а также заболеваний, связанных с профессией сотрудника.

Расчетный анализ причин происшествий производится благодаря показателям, которые включают в себя до 21 параметра. В странах Евросоюза охват предприятий, которые предоставляют свою информацию по происшествиям на производственных объектах в открытую базу данных, достигает 90 %. Эти данные помогают проводить анализ происшествия, находить его причину, а впоследствии снижать риск ее возникновения [1].

База современной статистики по происшествиям на предприятиях в США составляется так же благодаря двум программам:

SFOI – это база данных, в которой содержатся списки погибших в результате травмы несовместимой с жизнью, полученной на производстве, а также подробно описано в результате чего была получена та или иная травма.

SOI – это база данных, в которой содержатся списки получивших травму или профзаболевание на производстве, вследствие чего была временно или вовсе утрачена работоспособность.

Для оценки профессиональных рисков, а также разработки методологических указаний по предотвращению несчастных случаев, используют сформированные на основе нормативной базы, информационные массивы, которые так же помогают в мониторинге безопасности труда на производстве [3].

Анализируя нынешнюю обстановку в области оценки профессиональных рисков в РФ, странах Евросоюза и США можно сделать вывод о том, что страны Евросоюза и США имеют более совершенную базу данных по происшествиям на производстве, вследствие чего у них имеется большая выборка происшествий в открытом доступе, благодаря которой можно с наибольшей точностью проводить анализ и контроль за профессиональными рисками на производстве. Российская Федерация хоть и уступает по базам данных Евросоюзу и США, но имеет в своем распоряжении отраслевые годовые отчеты Ростехнадзора и Министерства труда по происшествиям на производствах, которые, конечно, уступают в выборке и обновляются ежегодно, а не ежедневно, все равно позволяют производить анализ и контроль за профессиональными рисками.

Также в 1999 году были разработаны серии международных стандартов OHSAS 18000, в которых содержатся требования к разработке и внедрению СУОТ (систем управления охраны труда) на производстве, применение которых позволяет снизить профессиональные риски в данный момент эта серия объединяет в себе два стандарта, такие как OHSAS 18001:2007 (Система менеджмента профессиональной безопасности и здоровья. Требования) и OHSAS 18001:2008 (Руководство по применению OHSAS 18001).

12 марта 2018 года был разработан новый стандарт ISO 45001, который вступил в силу и заменил собой стандарт OHSAS 18001.

Основные нормативно-правовые документы в области профессиональных рисков в Российской Федерации есть собственные документы, которые являются опорной нормативно-правовой базой в области оценки профессиональных рисков и систем управления охраны труда. Этими документами являются:



– Трудовой Кодекс РФ – раздел X. Устанавливает общие положения охраны труда, требования охраны труда, определяет порядок организации охраны труда на предприятии и требования для обеспечения прав работников на охрану труда;

– Федеральные законы, Постановления и приказы Минтруда РФ, например, Приказ Минтруда России (Министерство труда и социальной защиты РФ) 29 октября 2021 г. № 776н «Об утверждении примерного положения о системе управления охраной труда»;

– Правила по охране труда;

– ГОСТы связанные с системой управления охраной труда;

– СанПиНы, связанные с системой управления охраной труда.

Основным документом, регулирующим области охраны труда и профессиональных рисков на производствах в США, является «Закон о безопасности труда» (Occupational Safety and Health Act) принятый в 1970 году, однако в некоторых штатах этот закон дополняют местные стандарты по охране труда. Всего такие документы приняли в 22 штатах. Данные документы можно разделить на 2 раздела:

– Акты носящие антидискриминационный характер

– Акты с содержанием в виде нормативных стандартов охраны труда.

В настоящее время в США разрабатываются всевозможные стандарты для охраны труда. В данный момент существует 3 группы стандартов:

– OSHA, разрабатываемая под руководством Управления по охране труда и промышленной безопасности.;

– ANSI, разрабатываемая под руководством Национального института стандартов;

– UL, разрабатываемая под руководством центра по испытаниям оборудования и материалов;

В Европейских странах существуют как международные стандарты качества охраны труда, так и в каждой стране Евросоюза существуют собственные стандарты качества охраны труда и оценки профессиональных рисков на производстве.

К международным стандартам качества охраны труда можно отнести документы серии ISO 45001, ISO 9001, которые включают в себя как нормативные требования, так и общие положения в области охраны труда.

Для примеров качества охраны труда, в отдельных странах можно привести немецкие стандарты:

– № BGI. I S. 2, 219, в котором собраны нормативы безопасности техники и продукции;

– № BGI. I S. 3777, в котором описываются распоряжения в области безопасности производства;

– № BGI. I S. 1643, 1644, в котором собраны распоряжения о защите от вредных веществ;

Перечисленные документы дорабатываются по мере изменения статистики в базе данных по происшествиям на производствах.

В Российской Федерации по-прежнему нет общедоступной статистической

базы данных по происшествиям и несчастным случаям на предприятиях, в которой бы описывался каждый случай досконально, что могло бы использоваться для проведения точного причинно-следственного анализа происшествий.

В сравнении с началом развития в России охраны труда и оценки профессиональных рисков Россия сделала большой шаг на пути к безопасному производству.

В ходе изучения нормативно-правовой базы в РФ, США и ЕС была изучена история развития оценки профессиональных рисков в РФ и за рубежом, изучены основные виды нормативно-правовых документов в этих странах, а также проведен сравнительный анализ нормативных баз Российской Федерации, США и ЕС. В результате сравнения было выявлено, что Российская федерация не имеет общедоступной статистической базы несчастных случаев и профзаболеваний на производствах, однако законодательные документы имеют схожие черты или даже аналогичны.

### Список литературы

1. *Официальный сайт Международной организации по стандартизации (ИСО) [Электронный ресурс] URL: <http://www.iso.org/iso/home.html> (дата обращения: 15.05.2022).*

2. *С.П. Левашов. Оценка профессиональных рисков в российской федерации и за рубежом [Электронный ресурс] URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21279526> (дата обращения: 15.05.2022).*

3. *Официальный сайт Европейской статистической системы (European Statistical System ESS) [Электронный ресурс] URL: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu> (дата обращения: 15.05.2022).*

## ТРЕБОВАНИЯ К УСТРОЙСТВАМ ДЛЯ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ВОДИТЕЛЯ АВТОМОБИЛЯ

Студент гр. 340601/01 Т.В. Бордакова,  
Научный руководитель В.М. Панарин  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В статье рассмотрены системы контроля состояния водителя, их недостатки. Предложены требования к разрабатываемым устройствам для мониторинга состояния водителя во время движения транспортного средства.

В настоящее время существует большое число предложений, законченных научных разработок и даже промышленных изделий, в той или иной степени решающих проблем контроля бодрствования водителя. Эти системы основаны на анализе одного или нескольких физиологических и (или) поведенческих параметров. Система контроля усталости водителя наблюдает за состоянием

водителя и при необходимости, требует остановиться, отдохнуть, а в некоторых случаях и пробуждает водителя [1].

Существует две разновидности систем контроля состояния водителя:

- это наблюдение за действиями водителя непосредственно в салоне автомобиля;

- либо анализ поведения автомобиля на дороге.

Общими недостатками известных устройств являются:

- выключение прерывателя-распределителя с помощью однократного переключения поляризованного реле может привести к резкой остановке транспортного средства и, как следствие, созданию аварийной ситуации;

- отсутствие возможности передачи тревожного извещения об аварийной ситуации (в службы экстренной помощи, родственникам и т.д.) может привести к несвоевременному оказанию медицинской помощи водителю и возникновению необратимых патологий сердечно-сосудистой системы.

Исходя из существующих систем мониторинга состояния водителя, можно сформулировать требования к разрабатываемым устройствам для контроля состояния водителей транспортных средств [2]:

1. Устройство должно быть относительно недорогим и не требовать индивидуального тестирования водителя на засыпание, а только простейшей подгонки по антропометрическим данным.

2. В качестве регистрируемого параметра засыпания или иного состояния неадекватного поведения водителя, должен использоваться быстроменяющийся, при переходе от бодрого состояния в состояние засыпания, показатель (например, продолжительность закрытия глаз при мигании, частота мигания или угол наклона головы водителя).

3. Устройство должно иметь два уровня активизации. При регистрации датчиком изменения принятого параметра засыпания должны включаться сигналы предупреждения первого уровня для водителя (звуковая и световая в кабине водителя), а также подача предупредительных сигналов другим участникам движения (наружная аварийная сигнализация). Второй уровень активизации должен срабатывать, если водитель не отреагировал на сигналы первого уровня, при этом должны быть приняты меры к принудительной остановке автомобиля.

4. Устройство должно быть оснащено датчиком установленного режима движения, и включение его должно происходить при изменении регистрируемого параметра засыпания только при «загородном» режиме движения, для чего оно должно отслеживать скорость движения автомобиля в реальном времени.

5. Для эффективного и гарантированного пробуждения водителя характер звукового сигнала наряду с нормируемым уровнем звукового давления должен воздействовать на подсознание и ассоциироваться у водителя с чувством опасности.

6. В дополнение к световым и акустическим сигналам в случае внезапной смерти водителя во время движения, а также, если водитель по какой-либо причине не отреагировал на сигналы первого уровня, устройство должно после подачи сигналов с некоторым замедлением отключать зажигание двигателя автомобиля или прекращать подачу топлива.

Таким образом, для повышения уровня безопасности дорожного движения необходимо разрабатывать устройства контроля состояния водителя с достаточно высокой степенью эффективности, то есть с низкой вероятностью опасного отказа, прежде всего алгоритма оценки по психофизиологическому или поведенческому показателю.

### Список литературы

1. Бонч-Бруевич В.В. Дистанционный контроль бодрствования водителя в рейс / В.В. Бонч-Бруевич, В.В. Дементюенко, А.С. Кремез, Д.В. Макаев // Автоматизация в промышленности, 2015. – С. 33 – 35.
2. Алексеев Б.А. Безопасность движения автомобильного транспорта / Б.А. Алексеев. – М.: Изд-во ДОСААФ, 2012 г.

## ПРИНЦИПЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Студент гр. 340611/01 А.В. Гаврилина,  
Научный руководитель А.А. Маслова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В данной статье разобраны принципы рационального проектирования основных технологических процессов, проектирование станочных операций. Рассмотрены основы разработки технологического процесса механической обработки. Типовые и групповые технологические процессы.

На машиностроительных предприятиях изготавливают большое количество различных деталей аналогичной конфигурации, близких по точности, материалам, требованиям, предъявляемым к качеству обработки. Очень часто такие детали изготавливают на различном оборудовании из разных исходных заготовок с использованием различных технологических процессов их изготовления. Это разнообразие объясняется различными возможностями предприятий, а также большим числом возможных решений каждой задачи [1].

Типизация должна сократить многообразие технологических процессов сведением их к ограниченному числу типов, которые должны быть стандартизованы. Различные детали аналогичной конфигурации могут быть обработаны на основе одинаковых технологических процессов, основанных на применении оптимальных режимов обработки, обеспечивающих достижение наивысшей производительности и экономичности производства.

Типовой технологический процесс разрабатывается для изготовления в конкретных производственных условиях типового представителя группы изделий, обладающих общими конструктивно-технологическими признаками. К типовому представителю относят изделие, обработка которого требует наибольшего

количества основных и вспомогательных операций, которые характерны для изделий, входящих в эту группу [2, 3].

Типизация технологических процессов осуществляется по трём направлениям: типизация обработки отдельных поверхностей; типизация обработки отдельных сочетаний поверхностей; типизация обработки заготовок.

Работа по типизации технологических процессов состоит из двух этапов: на первом осуществляют классификацию, а на втором разрабатывают типовые технологические процессы на основе разработанной классификации.

Классификация обработки отдельных поверхностей осуществляется по следующим признакам: форма поверхности, требуемая точность, материал, размеры изделия. В справочной литературе предложены варианты последовательности переходов обработки различных поверхностей с определенной точностью, трудоемкостью, даны рекомендации по выбору припусков на обработку.

Типовое сочетание поверхностей позволяет обрабатывать их с использованием одной базы на одних и тех же станках, одним и тем же инструментом.

Классификация обработки типовых сочетаний поверхностей осуществляется по следующим признакам: конфигурация поверхностей, их взаимное расположение, точность обработки и положения, материал, размеры.

На каждое типовое сочетание поверхностей составляется план обработки по операциям и последовательность переходов для каждой операции, выбирают режущие и мерительные инструменты [4].

В справочной литературе имеются примеры обработки концентричных наружных и внутренних поверхностей вращения, эксцентрично расположенных поверхностей с обеспечением высокой точности их взаимного расположения, взаимно параллельных или перпендикулярных поверхностей и т.д.

Классификация обработки заготовок осуществляется по следующим признакам: конфигурация заготовки, её размеры, точность обработки и качество обработанных поверхностей, материал заготовки, программа выпуска, размеры партий, наличие оборудования, инструмента, оснастки, вид внутрицехового транспорта и т.д.

В соответствии с ЕСКД все детали делятся по классам, подклассам, группам и подгруппам.

Классом называется совокупность заготовок, характеризуемых общностью технологических задач, решаемых в условиях определенной конфигурации этих заготовок.

Разбивка классов на группы и подгруппы заканчивается типом.

Тип – это совокупность заготовок одного класса, имеющих в определенных производственных условиях одинаковый маршрут типовых операций. В соответствии с ГОСТ 3.1109-82 типовая технологическая операция характеризуется единством содержания и последовательности технологических процессов для группы изделий с общими конструктивными и технологическими признаками. К одному типу относятся заготовки, для которых можно составить одну карту общего типового технологического процесса. Применительно для

каждой конкретной заготовки возможно включение в типовой процесс отдельных переходов или даже операций [4, 5].

В настоящее время в машиностроении используется большое количество валов, которые легко поддаются классификации с учетом конструктивных особенностей, методов изготовления, общности оборудования, которое используется при их изготовлении. Классификация позволяет разделять ступенчатые валы на виды, размерные группы и типы. Виды характеризуются наличием центрального сквозного или глухого отверстия. Размерные группы – размерными рядами станков, на которых будет осуществляться обработка валов. Типы определяются совмещением видов и размерных групп.

В условиях конкретного производства типовые технологические процессы разрабатываются в двух вариантах – рабочий и перспективный. Типовые технологические процессы характеризуются единством содержания и последовательности большинства технологических операций для группы изделий, обладающих общими конструктивными признаками. При этом сокращается технологическая подготовка производства и обеспечивается стабильность качества обработки. Типовые технологические процессы создают предпосылки для автоматизированной разработки технологических процессов.

#### **Список литературы**

1. *Классификация, разработка и применение технологических: Рекомендации.* – М. – ВНИИМАШ Госстандарта СССР, 1988.
2. *МР 169-85. ЕСТП. Оценка организационно-технического уровня производства: Методические рекомендации.* – М.: ВНИИМАШ, 1985.
3. *Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 1 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова.* – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 656 с., ил.
4. *Амиров Ю.Д. Научно-техническая подготовка производства / Ю.Д. Амиров.* – М.: Экономика, 1988.
5. *Технология машиностроения: В 2 кн. Кн 1. Основы технологии машиностроения: учеб. пособ. Для вузов / Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др.; Под ред. С.Л. Мурашкина.* – М.: Высш. Шк., 2003. – 278 с.

### **ВНУТРИЦЕХОВОЙ МЕЖОПЕРАЦИОННЫЙ ТРАНСПОРТ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ЦЕХОВ**

Студент гр. 340611/02 О.А. Табакова,  
Научный руководитель А.А. Маслова  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В любом машиностроительном производстве применяют транспортно-складские системы, с целью совершенствования производства и уменьшение затрат на транспортировку. Транспортно-складская система

*выполняет важные функции обслуживания основных и вспомогательных процессов на всех уровнях в сфере производства, снабжения и сбыта.*

При необходимости организации поставок в технологических целях предприятий системы транспортировки и складирования взаимодополняют и взаимозамещают друг друга. Именно от затрат на хранение и транспортировку зависит выбор схемы снабжения и сбыта и размещения производства, и именно эти затраты имеют решающее значение при принятии многих других решений в области управления операционной деятельностью предприятий. Назначение транспортного хозяйства предприятия заключается в полном удовлетворении потребностей предприятия в грузоперевозках при максимальном использовании транспортных средств и минимальной себестоимости транспортных операций. Это возможно только на основе правильной организации транспортного хозяйства предприятия и эффективного планирования грузоперевозок. Но также стоит сказать о том, что на данном этапе развития производства в отрасли машиностроения все чаще на производстве применяются частично или полностью автоматизированные транспортно-складские системы.

Внутрицеховой транспорт включает в себя:

- межучастковую технику, транспортирующую в процессе изготовления и сборки заготовки, детали, сборочные единицы и готовые изделия внутри каждого цеха с участка на участок;

- внутриучастковую (межоперационную) технику, осуществляющую транспортировку заготовок, деталей, сборочных единиц и готовых изделий внутри каждого участка между рабочими местами [1-2].

В настоящее время внутрицеховой и межоперационный транспорт в различных производствах настолько тесно связан с основной технологией, что проектирование механизации транспорта обычно выполняется как составная часть общего проекта нового или реконструируемого производства. При таком порядке проектирования экономическая эффективность от применения современных и прогрессивных схем механизации транспорта, как такового, отдельно не определяется, так как входит органически в общие технологически-транспортные решения, обеспечивающие современные и высокие стоимостные и удельные показатели производства в целом [3-4].

К основным внутрицеховым и межоперационным транспортным средствам относят:

- электропогрузчики,
- электрокары,
- электротягачи, тракторы (колесные или гусеничные),
- каретки-операторы (в ГПС),
- приводные и ручные тележки,
- электрические мостовые краны обычные и с поворотными стрелами,
- конвейеры: шаговые, ленточные, пластинчатые (рис.1.), монорельсовые, роликовые, цепные, толкающие, лотковые,
- промышленные роботы и др.

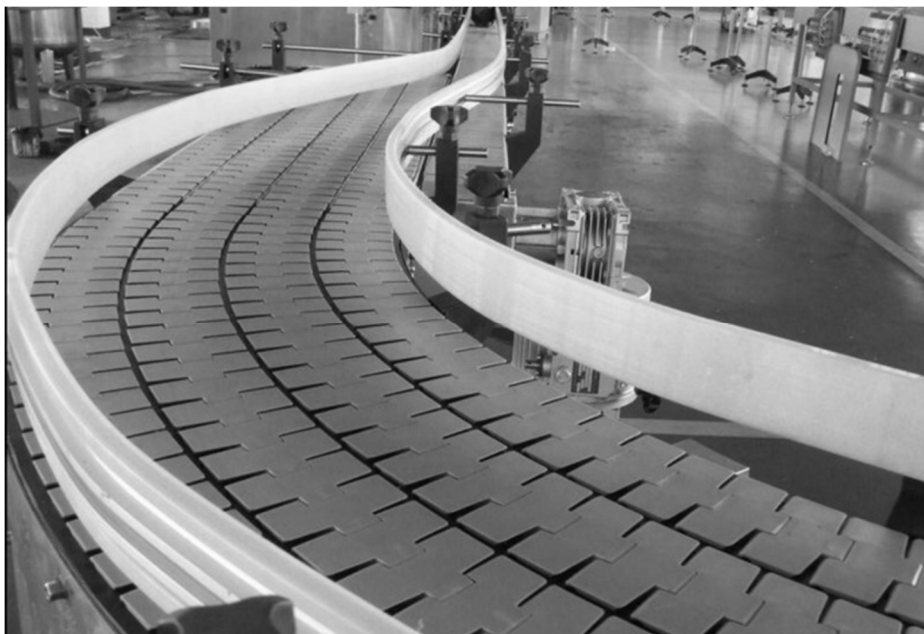


Рис.1. Внутрицеховой транспорт – пластинчатый конвейер

К вспомогательным транспортным средствам относятся:

- ориентаторы,
- адресователи,
- толкатели,
- сбрасыватели,
- подъемные столы,
- поворотно-координатные столы (рис.2),
- подъемники,
- производственную тару.



Рис.2. Вспомогательный транспорт – поворотно-координатный стол

Важно отметить, что при выборе вида транспорта следует учитывать: 1) род груза, вес и размеры его отдельных единиц; 2) общее количество груза и интенсивность перевозок; 3) расстояния перемещений – по горизонтали и вертикали; 4) габаритную возможность размещения трассы и транспортного оборудования; 5) характер погрузо-разгрузочных устройств; 6) требования технологического процесса предприятия [5].



### Список литературы

1. Беспалов Р.С. *Транспортная логистика. Новейшие технологии построения эффективной системы доставки*, 2007. – 23 с.
2. Николайчук В.Е. *Транспортно-складская логистика: учеб. пособие*, 2005. – 31с.
3. <https://mostovoi-kran.ru/elektricheskie-krany/>
4. Александров М.П. *Грузоподъемные машины: учебник для вузов / М.П. Александров. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана – Высшая школа, 2000. – 552 с.*
5. Шухгальтер Л.Я. *Проектирование машиностроительных заводов и организация производства / Л.Я. Шухгальтер. – М.: Изд-во Машиностроительной литературы, 1946. – 403-406 с.*

## ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА ГОФРОКАРТОНА НА МИКРОКЛИМАТ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ

Студентка гр. 320681 П.А. Шишкина,  
Научный руководитель А.Е. Коряков  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

*Аннотация.* В данной статье анализируется технологический процесс изготовления и переработки гофрокартона. Рассматривается воздействие вредных факторов на здоровье человека в процессе производства. Для удаления вредных веществ предлагается устройство и новый способ его применения. Делается заключение о необходимости улучшения способов очистки воздуха в рабочей зоне, а также совершенствование технологических процессов.

Отрасль производства гофрокартона и гофротары является одной из наиболее динамично развивающихся. Гофрокартон производится в специальном помещении, площадь которого достаточна для данного производства. Необходимо также наличие подъемного механизма (автопогрузчика) и соблюдение определенного температурного режима. Температура должна быть не ниже 18°C, а влажность не превышать 80 %. Повышенный уровень шума в цехе оказывает на работника негативное воздействие, приводящее к профессиональным заболеваниям. Чрезмерный шум может стать причиной нервного истощения, психической угнетённости, вегетативного невроза, язвенной болезни, расстройства эндокринной и сердечно-сосудистой систем. Шум мешает людям работать и отдыхать, снижает производительность труда. Вредные факторы в рабочей зоне необходимо контролировать по СанПиН 1.2.3685-21 [1].

При производстве гофрокартона образуется основное загрязняющее вещество в виде пыли бумаги, оно выделяется в процессе высечки и разрезания брака. Большая концентрация бумажной пыли, при ежедневном воздействии на

человека, вызывает заболевание дыхательной системы. В больших количествах пыль может оседать в легких человека и приводить к хроническим заболеваниям.

Для того, чтобы свести вредное воздействие на работника к минимуму, необходимо установить фильтр-циклон, который используется для очистки газов от взвешенных частиц и как пылеуловитель. Предложенный вариант фильтра-циклона по патенту [2], обеспечивает: непрерывную регенерацию фильтрующей поверхности выхлопной трубы; повышение эффективности процесса разделения пылегазовых систем за счет увеличения тангенциальной и осевой составляющей скорости частиц пыли; компактность аппарата в результате использования рабочего объема для центробежной очистки и фильтрования запыленного газа; простоту в изготовлении и надежность в работе.

Изобретение относится к технике очистки запыленных газов. Технический результат устройства заключается в повышении эффективности работы фильтра-циклона, в частности регенерации поверхности фильтрующего элемента.

В итоге, применение инновационных решений позволяет улучшить условия труда на рабочем месте и снизить негативное воздействие промышленных предприятий на окружающую среду. Также, усовершенствование технологического процесса поможет в решении этого вопроса.

#### **Список литературы**

1. СанПиН 1.2.3685-21. «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». С.1142.

2. *Фильтр-циклон: пат. 2 768 750 Рос. Федерация N 2021109277; заявл. 05.04.2021; опубл. 24.03.2022, Бюл. N 9. 9 с.*

## СОДЕРЖАНИЕ

### СТРАТЕГИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ И ГЛОБАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГОРОДОВ

Афанасьева В.И., Маслова А.А. Актуальность оценки соответствия эмиссий отработавших газов дизелей эксплуатирующихся судов требованиям нормативной документации .....	6
Гришакова О.В., Панарин В.М. Чёрный углерод и его влияние на климат .....	8
Ларина П.А., Афанасьева Н.Н. Роль и перспективы развития экологического менеджмента в России .....	9
Ларина П.А., Афанасьева Н.Н. Роль природных условий и ресурсов в развитии и размещении производительных сил по территории Российской Федерации .....	12
Утенков Е.М., Маслова А.А. Анализ проблем по обеспечению улучшения природоохранной деятельности и повышения экологической безопасности предприятия .....	15

### ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Филатова Д.А., Ядрихинский И.В. Эколого-экономический рейтинг как индикатор устойчивого развития в регионах России .....	18
Есоян Х.Т., Волков А.В. Закономерности временной динамики водности рек Тульской области с учётом региональных эффектов изменения климата .....	23
Есоян Х.Т., Волков А.В. Анализ и прогноз динамики климатических изменений на территории Тульской области (на примере температур приземного воздуха) .....	34
Ефремова А.А., Урусова Е.С. Высокие и экстремально высокие уровни загрязненности реки Охта в летний период .....	45
Трофимова Т.С., Урусова Е.С. Особенности внутригодовой динамики содержания биогенов в реке Ижора .....	49
Гульчук Д.П., Соловей В.Н. Получение формованных блочных изделий на основе пыли активного угля АГ-3 и различных смол и исследование их свойств .....	53
Гульчук Д.П. Исследование сорбции цеолита марки NaX до и после обработки расплавом солей фторидов .....	55
Афанасьева В.И., Маслова А.А. Снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в транспортной логистике судоходства на основе инвентаризации .....	56
Афанасьева В.И., Маслова А.А. Подходы к разработке инвентаризаций выбросов грузового транспорта морских и речных портов .....	60
Бакулин И.С., Котлеревская Л.В. Воздействие корпусо-сборочного цеха на окружающую среду .....	63

Богатчикова Ю.В., Волков А.В. Оценка и прогноз загрязнения атмосферного воздуха деревообрабатывающими производствами .....	66
Буксман В.В., Векшина В.А. Использование рукавных фильтров для очистки промышленных газов от пыли .....	68
Винокурова В.С., Рылеева Е.М. Стационарное устройство автоматического контроля сточных вод промышленных предприятий .....	71
Есоян Х.Т., Волков А.В. Анализ динамики изменения уровня воды по наблюдениям на гидрологическом посту Орлово река Упа Тульская область и рекомендации по рациональному водопользованию .....	73
Лазаренко Е.В., Ларина М.В. Воздействие участка техпластин и неформовых РТИ на окружающую среду .....	76
Логунов Д.А., Панарин В.М. Влияние диоксида азота на организм человека и окружающую среду .....	78
Логунов Д.А., Панарин В.М. Бензапирен и методы его исследования ...	81
Малухин Е.В., Маслова А.А. Система мониторинга загрязнения окружающей среды Архангельской области .....	84
Мухина А.В., Маслова А.А. Воздействие гальванического участка на окружающую среду .....	87
Одинцова И.А., Рылеева Е.М. Воздействие резинотехнического производства на окружающую среду .....	89
Пахомов Е.В., Котлеревская Л.В. Воздействие сушильного цеха на окружающую среду .....	90
Савин А.О., Рылеева Е.М. Анализ воздействие гальванического производства на окружающую среду .....	92
Когай М.Н., Савинова Л.Н. Влияние низких доз облучения на состояние здоровья населения .....	94
Малухин Е.В., Маслова А.А. Мероприятия по совершенствованию системы мониторинга загрязнения атмосферного воздуха в Архангельской области .....	97
Минегулова Г.Р., Маслова А.А. Разработка мероприятий по утилизации нефтесодержащих отходов МН «Азнакаевское месторождение» .....	100
Минегулова Г.Р., Маслова А.А. Способ утилизации нефтезагрязненного почвенного покрова .....	105
Бочарова А.М., Маслова А.А. Воздействие гальванического участка на окружающую среду .....	107
Голотяк А.А., Панарин В.М. Мониторинг загрязнения водных объектов .....	109
ГришакOVA О.В., Панарин В.М. Система экологического мониторинга атмосферного воздуха для лабораторных работ .....	111
Сергеева Е.В., Маслова А.А. Экологическая безопасность машиностроительного производства .....	113
Филатова С.Ю., Волков А.В. Воздействие гальванического производства на окружающую среду .....	114
Шахов С.А., Ларина М.В. Воздействие механосборочного цеха на окружающую среду .....	115

Ярусова С.Б., Сковпень А.В., Гордиенко П.С., Малышев И.В., Козин А.В., Балахнин И.А. Отходы бурения нефтегазовых скважин и возможности их переработки .....	117
Шилов Н.А., Котлеревская Л.В. Воздействие лакокрасочного цеха на окружающую среду .....	121

## **ЭНЕРГИЯ И ЧИСТЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Хохлачев С.П., Спиридонова Е.А. Влияние количественного соотношения исходных компонентов на параметры композиционного сорбционно-активного материала из техногенных отходов .....	123
Шайтанова А.Д., Спиридонова Е.А. Получение активных углей, импрегнированных коллоидным раствором меди .....	126
Неугодова Ю.А., Самонин В.В. Композиционный сорбционно-активный материал с повышенной гидрофобностью на основе техногенных отходов .....	131
Ненашева Е.Д., Пушилина Ю.Н. Биоклиматическая архитектура .....	133
Есоян Х.Т., Волков А.В. Перспективы развития электрогенерации в Тульской области с использованием ветроэнергетических установок .....	136
Лялина С.А., Афанасьева Н.Н. Рекультивация земель .....	139
Чинёнова А.И., Маслова А.А. Повышение энергосберегающих свойств современных тепловых установок .....	140
Шумицкая К.В., Маслова А.А. Биотопливо для транспорта .....	143

## **ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СОВРЕМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Колесникова М.С., Перминов Н.А. Спасение от падения в оркестровую яму .....	145
Смирнов С.П. О возможности оценки достоверности результатов оценки видов и последствий отказов (FMEA) сложных технических систем на основе интеллектуального анализа коммуникаций, осуществленных в процессе идентификации рисков .....	147
Байда Е.А., Маслова А.А. Особенности профессиональных рисков в организациях гражданской авиации .....	152
Байда Е.А., Маслова А.А. Характеристика и сравнительный анализ методик Элмери и «Пяти шагов» для обеспечения безопасности полетов .....	157
Гречишкина Д.В., Шейнкман Л.Э. Обзор и анализ существующих подходов к оценке безопасности труда .....	160
Ельтищева Д.Д., Кашинцева Л.В. Шумозащитные характеристики современных материалов шумозащитных экранов .....	163
Боева Ю.В., Кашинцева Л.В. Анализ нормативно-правовой базы в области оценки профессиональных рисков в РФ и других странах .....	166
Бордакова Т.В., Панарин В.М. Требования к устройствам для контроля состояния водителя автомобиля .....	170
Гаврилина А.В., Маслова А.А. Принципы рационального проектирования основных технологических процессов .....	172

О.А. Табакова, А.А. Маслова Внутрицеховой межоперационный транспорт машиностроительных цехов .....	174
Шишкина П.А., Коряков А.Е. Влияние технологических процессов производства гофрокартона на микроклимат рабочей зоны .....	177